

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of: **Shingo YAMAGUCHI et al.**

Serial Number: **Not Yet Assigned**

Filed: **January 29, 2004**

For: **WORKING CONTROL DEVICE**

Attorney Docket No. **042058**
Customer No.: **38834**

CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119

Commissioner for Patents
P. O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

January 29, 2004

Sir:

The benefit of the filing dates of the following prior foreign applications is hereby requested for the above-identified application, and the priority provided in 35 U.S.C. 119 is hereby claimed:

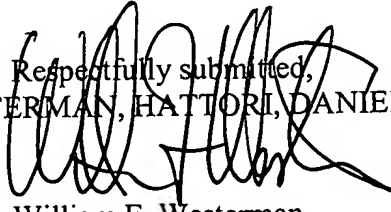
Japanese Appln. No. 2003-024866, filed on January 31, 2003; and

Japanese Appln. No. 2003-202592, filed on July 28, 2003.

In support of this claim, the requisite certified copies of said original foreign applications are filed herewith.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the applicants have complied with the requirements of 35 U.S.C. 119 and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of said certified copies.

In the event that any fees are due in connection with this paper, please charge our Deposit Account No. 50-2866.

Respectfully submitted,

WESTERMAN, HATTORI, DANIELS & ADRIAN, LLP
William F. Westerman
Reg. No. 29,988

1250 Connecticut Avenue, N.W., Suite 700
Washington, D.C. 20036
Tel: (202) 822-1100
Fax: (202) 822-1111
WFW/yap

0p1707

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 1 月 3 1 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 2 4 8 6 6
Application Number:

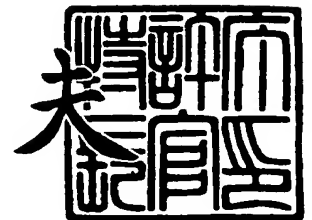
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 0 2 4 8 6 6]

出 願 人 富士通株式会社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 0 月 2 7 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 8 8 6 4 5

【書類名】 特許願

【整理番号】 0253588

【提出日】 平成15年 1月31日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G05B 19/18

【発明の名称】 加工制御装置

【請求項の数】 10

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社内

【氏名】 山口 慎吾

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社内

【氏名】 ▲高▼橋 宏

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社内

【氏名】 神林 哲

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社内

【氏名】 栗田 勝幸

【特許出願人】

【識別番号】 000005223

【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

【識別番号】 100089244

【弁理士】

【氏名又は名称】 遠山 勉

【選任した代理人】

【識別番号】 100090516

【弁理士】

【氏名又は名称】 松倉 秀実

【連絡先】 0 3 - 3 6 6 9 - 6 5 7 1

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 012092

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9705606

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 加工制御装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

目的物の設計データから 3 次元形状の特徴に関する形状情報を取得する形状特徴抽出部と、

過去に行った加工の加工条件を加工事例として記憶する加工事例記憶部と、

前記形状情報に基づいて前記加工事例記憶部から加工事例を索出する事例検索部と、

前記事例検索部で検索した加工事例に基づいて加工条件を決定する加工条件設定部と、

前記加工条件に基づいて加工機の制御を行う制御部と、
を備えた加工制御装置。

【請求項 2】

加工条件の判断基準となる情報を記憶した判断基準記憶部を備え、

前記加工条件設定部が、前記判断基準記憶部の情報と前記事例検索部で検索した加工事例とに基づいて加工条件を決定する請求項 1 に記載の加工制御装置。

【請求項 3】

前記目的物に関する情報の入力を受け付ける加工前入力部を備え、

前記加工条件設定部が、前記加工前入力部からの情報と前記設計データとに基づいて加工条件を決定する請求項 1 に記載の加工制御装置。

【請求項 4】

前記制御部が前記加工条件に基づいて制御を行ったときの加工機の情報を取得するモニタリング部と、

前記モニタリング部で取得した前記加工機情報を前記形状情報と対応づけて加工事例として前記加工事例記憶部に記憶させる加工事例登録部と、

を備える請求項 1 に記載の加工制御装置。

【請求項 5】

前記制御部が前記加工条件に基づいて制御を行ったときの加工機の情報を取得

するモニタリング部と、

前記モニタリング部で取得した前記加工機の情報と前記形状情報と対応づけて加工事例として前記加工事例記憶部に記憶させる加工事例登録部と、

前記加工の良否に関する情報の入力を受け付ける加工後入力部と、

を備え、前記加工後入力部で受け付けた情報に応じて、前記加工事例登録部が前記加工事例を前記加工事例記憶部に記憶させる請求項 1 に記載の加工制御装置。

【請求項 6】

前記形状特徴抽出部が、前記設計データに示される目的物の表面を多角形に分割し、この多角形の頂点の座標を X 方向、Y 方向、Z 方向の値で表した場合の X 値、Y 値、Z 値として求め、全ての頂点の中での最少 X 値及び最大 X 値、最少 Y 値及び最大 Y 値、最少 Z 値及び最大 Z 値を求め、

最大 X 値から最少 X 値を減じて X 軸方向最大長さを求め、

最大 Y 値から最少 Y 値を減じて Y 軸方向最大長さを求め、

最大 Z 値から最少 Z 値を減じて Z 軸方向最大長さを求める請求項 1 に記載の加工制御装置。

【請求項 7】

前記形状特徴抽出部が、全ての多角形を目的物の最下部が位置する X Y 平面に投影し、各多角形の頂点と投影された X Y 平面上の多角形との相対する頂点をそれぞれ結ぶことにより作成される多角柱の体積を求め、この演算を全ての多角形について繰り返して、目的物の体積を求め、前記 X 軸方向最大長さ、Y 軸方向最大長さ、Z 軸方向最大長さを乗算して求めた体積から減ずることにより除去体積を求める請求項 6 に記載の加工制御装置。

【請求項 8】

前記形状特徴抽出部が、前記多角形の法線が加工軸と平行であるか否かを判断し、平行である多角形を Z 軸方向の値別に分類する請求項 1 に記載の加工制御装置。

【請求項 9】

目的物の設計データから 3 次元形状の特徴に関する形状情報を取得するステッ

プと、

過去に行った加工の加工条件を加工事例として記憶する加工事例記憶部から前記形状情報に基づいて加工事例を索出するステップと、

前記事例検索部で検索した加工事例に基づいて加工条件を決定するステップと

、

前記加工条件に基づいて加工機の制御を行うステップと、

をコンピュータに実行させる加工制御プログラム。

【請求項 10】

加工機と、該加工機を制御する加工制御装置とからなる加工制御システムであって、

前記加工制御装置が、

目的物の設計データから 3 次元形状の特徴に関する形状情報を取得する形状特徴抽出部と、

過去に行った加工の加工条件を加工事例として記憶する加工事例記憶部と、

前記形状情報に基づいて前記加工事例記憶部から加工事例を索出する事例検索部と、

前記事例検索部で検索した加工事例に基づいて加工条件を決定する加工条件設定部と、

前記加工条件に基づいて前記加工機の制御を行う制御部と、

を備えることを特徴とする加工制御システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、コンピュータ上で定義された設計情報に基づいて加工機を制御し、被削材を加工して目的物を得る技術に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来、CAD データ等に基づいて加工機を制御し、自動的に加工を行うようにした装置が知られている。例えば、最終的なワークの形状に関する加工形状デー

タ、ワークの材質、形状に関するワークデータを入力し、工作機械のコラムやベッド等の機体特性を含んだ機械仕様データ、加工工具と、その工具がホルダに取り付けられた時の加工時における変形等を含んだ工具仕様データを格納したデータに基づき、ワーク加工工具経路を生成すると共に、工作機械の主軸回転速度、送り速度等の加工条件を決定する工具経路決定手段を有する工作機械の制御装置が提案されている。

【0003】

従来の装置では、一般に、3次元CADデータとデータベースとを用い、所定のアルゴリズムにより加工工程を決定することによって、自動化や標準化を実現している。この場合、データベースの内容は人間が変更しない限り自動的に更新されず、加工の結果がデータベースの内容に反映されない。また、システムから出力される加工工程の調整を行うためには、専門の知識を持つ人間がデータベースの調整を行う必要があった。

【0004】

これらの、データベースはいわゆる条件ライブラリが中心で、条件の最適化、加工現象の記憶といったオペレータが行う役割をシステム内に機能として持ち、これらの情報を最適に組合せて自動的にNCデータを生成するシステムは皆無であった。

【0005】

また、いわゆるフィードバック方式については、複数の加工品の寸法を測定し、その特定値の今回値と前回値の誤差を求め、補正をかけていく加工条件補正装置は存在するが、一つの加工品を切削中に主軸負荷やビビリなどの加工現象をモニタリングしながら加工機の送りや回転数をリアルタイム補正または次回加工時の切削条件補正に使用するものは存在しない。

【0006】

さらに従来の加工制御装置において、加工結果のデータベースへのフィードバックは、回転数や送り速度、加工時間、寸法精度など、測定して数値として表すことができるものを対象にしており、例えば寸法公差から測定値が外れていても他の部品との嵌合が良ければ合格とする場合や、樹脂成形品金型において成形部

入れ子部品の表面粗さが指定値よりも粗くても成形品が離型できればいいといった場合など、オペレータの意思や判断を反映しない。

【0007】

【非特許文献1】

“型彫り工程設計支援システム”、株式会社データデザイン、[平成14年10月22日検索]

インターネット<URL: <http://www.datadesign.co.jp/mill-plan/mill-plan1.htm>>

【特許文献1】

特開2002-189510号公報 請求項1

【特許文献2】

特開平8-211919号公報 請求項1～4

【特許文献3】

特開平4-106603号公報

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

上記の装置においては、次の様な問題点が指摘されている。

- (a) NCデータを作成する経験豊富なオペレータのノウハウが他のオペレータの切削条件に反映できないため、異なるオペレータ間で同じ失敗を繰り返す。
- (b) NCデータを作成するオペレータの教育、養成に時間がかかる。
- (c) NCデータを作成した結果はオペレータのノウハウにより異なり、加工状態に差が出る。
- (d) 切削加工条件は、紙に記載されるか、あるいは経験豊富なオペレータの記憶に残されるのが一般的であり、正確な保存や、他者による利用が困難である。
- (e) 加工機が変化すると、新たな加工ノウハウの蓄積が必要となる。
- (f) 最適な加工条件を導くため解析を行う加工システムは時間がかかりすぎ、時間がコストダウン・工程管理の重要ファクターである加工現場には不向きである。

【0009】

本発明は、上記のような問題点を解決するためになされたものである。即ち、本発明は、加工を行う形状の特徴に応じて加工事例を検索し、この加工事例に基づいて加工条件を設定することにより、過去の加工結果を反映させた加工を可能とする技術の提供を目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】

本発明は前記課題を解決するために、以下の手段を採用した。

【0011】

本発明の加工制御装置、加工制御プログラム及び加工制御システムは、目的物の設計データから3次元形状の特徴に関する形状情報を取得し、過去に行った加工の加工条件を加工事例として記憶する加工事例記憶部から前記形状情報に基づいて加工事例を索出し、前記事例検索部で検索した加工事例に基づいて加工条件を決定し、前記加工条件に基づいて加工機の制御を行う。

【0012】

これにより、本発明は、加工すべき目的物の設計データと、過去に行った加工事例との間に形状の類似性があれば、加工工具や加工工程、更には加工中の切削工具の挙動や加工結果にも類似性があることに着目し、加工事例を蓄積して、形状の特徴に基づいて検索し、この加工事例に基づいて加工条件を決定したことにより、過去の加工結果を利用できるようにしている。即ち、経験の少ないオペレータであってもデータベースに蓄積された過去の例に基づいて加工を行うことができる。また、過去の加工データとしては、切削加工後の成功事例と共に失敗事例も蓄積可能なため、類似の失敗を繰り返すことを無くすることができる。

【0013】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態である加工システムを図1から図35の図面に基づいて説明する。

【0014】

〈システム構成〉

図1は、本実施形態の加工システムの構成を示すブロック図である。

【0015】

本実施形態の加工システムは、加工制御装置 1 と、この加工制御装置 1 に制御される加工機 2 とからなっている。

【0016】**§ 1. 加工制御装置**

加工制御装置 1 は、加工前入力部 11、3次元形状特徴抽出部（形状特徴抽出部に相当）12、事例検索部 13、切削加工条件自動設定部（加工条件設定部に相当）14、切削加工事例データベース（加工事例記憶部に相当）15、判断基準データベース（判断基準記憶部に相当）16、加工事例登録部 17、加工後入力部 18、自動NCデータ作成部（制御部）19、モニタリング部 10 を備えている。

【0017】

この加工前入力部 11 は、キーボードやタッチパネルなどの操作部であり、オペレータに操作され、目的物に関する情報の入力を受け付ける。該目的物に関する情報とは、被削材の種類や硬度など、加工に必要なデータのうち、設計データに含まれていない情報である。

【0018】

3次元形状特徴抽出部 12 は、目的物の 3次元CADデータ（設計データに相当）から後述のように 3次元形状の特徴に関する形状情報を取得する。

【0019】

事例検索部 13 は、上記 3次元形状特徴抽出部 12 で取得した形状情報に基づいて切削加工事例データベース 15 から加工事例を索出する。

【0020】

切削加工条件自動設定部 14 は、前記事例検索部 13 で検索した加工事例に基づいて加工条件を決定する。

【0021】

切削加工事例データベース 15 は、過去に行った加工の加工条件を加工事例として記憶する。

【0022】

判断基準データベース 16 は、加工条件の判断基準となる情報として、加工条件閾値データベース 16 a や、工具ライブラリ 16 b、切削条件データベース 16 c 等を記憶している。

【0023】

加工事例登録部 17 は、前記モニタリング部 10 で取得した加工機 2 の情報を加工事例として形状情報と対応づけて加工事例記憶部に記憶させる。

【0024】

加工後入力部 18 は、キーボードやタッチパネルなどの操作部であり、オペレータに操作され、前記加工の良否に関する情報の入力を受け付ける。なお、本実施形態において、加工前入力部 11 と加工後入力部 18 は、1つのキーボードで兼用されている。

【0025】

自動NCデータ作成部 19 は、前記切削加工条件自動設定部 14 で設定された加工条件に基づいて加工機 2 の制御を行う。

【0026】

モニタリング部 10 は、前記自動NCデータ作成部 19 が前記加工条件に基づいて制御を行ったときの加工機 2 の情報を取得する。

【0027】

加工制御装置 1 は、上述の各部 10～19 として専用に設計された電子回路（ハードウェア）から構成された専用の電子機器であっても良いし、汎用のコンピュータで上記各部 10～19 の機能をソフトウェアで実現した装置であっても良い。

【0028】

なお、本実施形態の加工制御装置 1 は、図 2 に示すように、一般的なコンピュータである。

【0029】

同図に示すように、加工制御装置 1 は、本体 31 内に CPU（central processing unit）やメインメモリ等よりなる演算処理部 32、演算処理の為のデータやソフトウェアを記憶した記憶装置（ハードディスク）33、入出力部（I/O

） 34等を備えている。

【0030】

入出力部34は、キーボード（加工前入力部11、加工後入力部18）やマウス等の入力デバイス、表示装置やプリンター等の出力デバイス、他の機器との情報の送受信を行うインターフェイスが適直接続される。

【0031】

記憶装置33には、オペレーティングシステム（OS）やアプリケーションソフト（加工制御プログラム）がインストールされている。また、該記憶装置33内には、切削加工事例データベース15や、判断基準データベース16が構築されている。

【0032】

演算処理部32は、該加工制御プログラムに従って演算処理を行うことにより、3次元形状特徴抽出部（形状特徴抽出部に相当）12、事例検索部13、切削加工条件自動設定部14、加工事例登録部17、自動NCデータ作成部19、モニタリング部10として機能する。

【0033】

§2. 加工機

本実施形態の加工機2は、切削加工部21や、加工機制御部22、マガジン23を備えている。

【0034】

この切削加工部21は、被削材を取り付ける設置台や、切削工具、この工具を取り付ける主軸、主軸の回転駆動部、X軸、Y軸、Z軸方向の送りを行う送り駆動部等からなり、被削材の切削加工を行う。

【0035】

加工機制御部22は、NCデータに基づいて切削加工部21の制御を行う。この加工機制御部22は、加工機2の加工状態を検出するセンサユニット22aや、該センサユニット22aで検出した加工状態やNCデータに応じて切削加工部21の制御を行う切削制御部22b、マガジンに収納されている工具の情報の取得や工具の交換を指示するマガジン管理部22c等を備えている。

【 0 0 3 6 】

マガジン 2 3 は、切削加工部 2 1 で使用する工具を収納している。また、マガジン 2 3 は、前記 N C データに応じて切削加工部 2 1 で使用する工具を交換する機能（A T C）を有している。

【 0 0 3 7 】

〈加工手順〉

次に上記システムにおける加工制御手順を図 3 ～図 3 5 を用いて説明する。

【 0 0 3 8 】**§ 1. 基本手順**

加工制御装置 1 は、目的物の 3 次元 C A D データ 1 0 0 が入力されると、図 3 に示すように、ステップ S 1 にて 3 次元形状特徴抽出部 1 2 が該 3 次元 C A D データ 1 0 0 から 3 次元形状の特徴に関する形状情報を取得する。

【 0 0 3 9 】

また、ステップ S 2 にてオペレータが加工前入力部 1 1 を操作して被削材の種類や硬度などを入力すると、加工前入力部 1 1 がこの入力を受け付けて事例検索部 1 3 に入力する。

【 0 0 4 0 】

次のステップ S 3 では、事例検索部 1 3 が、前記形状情報を検索キーとして切削加工事例データベース 1 5 から加工事例を索出する。

【 0 0 4 1 】

次のステップ S 4 では、切削加工条件自動設定部 1 4 が、ステップ S 3 で加工事例が得られたか否かを判断し、得られればステップ S 5 へ移行し、この加工事例と判断基準データベース 1 6 の情報とに基づいて加工条件を決定する。また、ステップ S 3 で加工事例が得られなければ、ステップ S 6 へ移行し、切削加工条件自動設定部 1 4 が、前記 3 次元形状特徴抽出部 1 2 で求めた形状情報と、加工前入力部 1 1 で受け付けた情報と、判断基準データベース 1 6 の情報とに基づいて切削加工条件を決定する。ここで、判断基準データベース 1 6 の切削条件データベース 1 6 c には、予め 3 次元形状や被削材の種類に応じた加工条件のメーカー推奨値やデフォルト値を記憶させている。切削加工条件自動設定部 1 4 は、加

工事例が得られない場合、形状情報等に応じてメーカー推奨値やデフォルト値を参照して加工条件を決定する。

【0042】

次のステップS7では、自動NCデータ作成部19が前記切削加工条件自動設定部14で決定した加工条件に基づいてNCデータを作成し、I/O34のインターフェイスを介して加工機2へ該NCデータを送信する。一方、加工機2は、このNCデータに基づいて切削加工を行う。

【0043】

次のステップS8では、モニタリング部10が、センサユニット22aで検出した情報を受信して加工機2における加工状況をモニタリングしている。

【0044】

自動NCデータ作成部19は、ステップS9にて、加工制御が終了したか否かを判断し、終了していなければ、ステップ7、8を繰り返し、終了すればステップS10に移行する。

【0045】

ステップS10では、加工事例登録部17が、モニタリング部10で検出された情報（加工条件）を加工事例として、この加工を行う際に切削加工条件自動設定部14に入力された形状情報や加工前入力部11から入力された情報と対応付けて切削加工事例データベース15に登録する。

【0046】

このように、本実施形態の加工制御装置1は、加工事例に基づいて加工条件を決定しているため、経験の少ないオペレータであっても経験者と同等の加工が行えるようにしている。また、該加工制御装置1は、加工した結果を切削加工事例データベース15に登録するため、加工結果を他の人と共有できるようにしている。

【0047】

§2. 加工手順の詳細

次に上記加工手順の詳細について説明する。

【0048】

2-1. [最大外形寸法の抽出]

図 4 は、3 次元形状特徴抽出部 1 2 が前記ステップ S 1 にて 3 次元 C A D データ 1 0 0 から形状情報として最大外形寸法を抽出する手順の説明図である。

【0049】

3 次元形状特徴抽出部 1 2 は、3 次元 C A D データ 1 0 0 に基づき、図 5 (a) に示すように 3 次元モデル (目的物) の表面を微少な多角形 (本例では 3 角形、以後ファセットと称す) に分割し (ステップ S 1 1、以下 S 1 1 のように略記する)、その後、ファセットの 3 つの頂点について、図 5 (b) に示すように 3 次元 C A D の座標情報より X 座標、Y 座標、Z 座標 ($F_n (X_n, Y_n, Z_n)$ 、 $F_{n+1} (X_{n+1}, Y_{n+1}, Z_{n+1})$ 、 $F_{n+2} (X_{n+2}, Y_{n+2}, Z_{n+2}) \cdots$) を取得し、同様な計算を全てのファセットについて繰り返し行う (S 1 2 ~ 1 4)。3 次元形状特徴抽出部 1 2 は、全ファセットの頂点の X 座標、Y 座標、Z 座標を取得して、全てのファセットの頂点座標を比較し、最小となる X 座標、Y 座標、Z 座標と、最大となる X 座標、Y 座標、Z 座標を取得する (S 1 5, 1 6)。

【0050】

3 次元形状特徴抽出部 1 2 は、上記で求めた最大 X 値から最少 X 値を減算し、同様に Y 座標、Z 座標についても計算を行うことにより (S 1 7)、図 6 に示すように 3 次元モデルの最大 X 方向長さ、最大 Y 方向長さ、最大 Z 方向長さを求め最大外形寸法 (形状情報) とする (S 1 8)。

【0051】

2-2. [除去体積の算出]

図 7 は、3 次元形状特徴抽出部 1 2 が前記ステップ S 1 にて 3 次元 C A D データ 1 0 0 から形状情報として除去体積を求める手順の説明図である。

【0052】

3 次元形状特徴抽出部 1 2 は、3 次元 C A D データ 1 0 0 に示される 3 次元モデル (図 8 (a)) の表面を図 8 (b) のようにファセットに分割し (S 2 1)、この後、各ファセットを図 8 (c) のように X Y 平面すなわち加工機への取り付け面に投影して三角形を作成し (S 2 2)、ファセットとファセットを X Y 平

面に投影した三角形の対応する頂点とを結び (S 2 3)、ファセットの 3 辺と、ファセットを X Y 平面に投影した三角形の 3 辺と、ファセットとファセットを X Y 平面に投影した三角形の対応する頂点とを結んだ 3 線とで構成される 3 角柱 (図 6 (d)) の体積を求め (S 2 4)、これを繰り返して全ファセットについて求め (S 2 5)、この体積の総和すなわち 3 次元モデルの体積を算出する (S 2 6)。

【0053】

このように、図 9 (a) の 3 次元モデル 9 1 について体積を算出した後、上記の如く X 方向最大長さ、Y 方向最大長さ、Z 方向最大長さをこの 3 切削加工部 2 1 について求め、この X 方向最大長さ、Y 方向最大長さ、Z 方向最大長さを乗算してモデル最大外形体積を求め (S 2 7)、この最大外形体積から 3 切削加工部 2 1 の体積を減算し、図 9 (b) に示すように切削加工で除去される体積を求める (S 2 8)。

【0054】

2-3. [面情報の算出]

図 10 は、3 次元形状特徴抽出部 1 2 が前記ステップ S 1 にて 3 次元 CAD データ 100 から形状情報として面情報を求める手順の説明図である。

【0055】

3 次元形状特徴抽出部 1 2 は、3 次元 CAD データ 100 に基づき、3 次元加工形状の表面をファセットに分割し (S 3 1)、その後、図 11 のように、全てのファセットの法線ベクトルを求める (S 3 2)。3 次元形状特徴抽出部 1 2 は、このファセットの法線ベクトル (向き) が Z 軸すなわち加工軸と平行か否かを判断し (S 3 3)、平行であるファセットについてのみ、ファセットの面積と Z 値を取得し (S 3 4, S 3 5)、Z 値毎に面積を分類して (S 3 6)、X Y 平面に平行なフラット面についての Z 値別での面情報を取得する (S 3 7)。なお、ステップ S 3 3 で法線ベクトルが加工軸と平行でないと判断したファセットは本情報から除外する (S 3 8)。

【0056】

これにより、3 次元モデル中の加工軸に対して垂直な面、即ちフラットエンド

ミルで加工できる面について、Z 軸方向の位置毎の面積、即ち一度に加工できると推定される面積が求められ、切削加工条件自動設定部 1 4 が、加工条件を決定する際、この面情報に基づいて、面積が大きければ大きな径の工具を選択し、面積が小さければ小さな径の工具を選択する。

【0 0 5 7】

2 - 4. [最小凹形状半径寸法の算出]

図 1 2 は、3 次元形状特徴抽出部 1 2 が前記ステップ S 1 にて 3 次元 C A D データ 1 0 0 から形状情報として最小凹形状半径寸法を求める手順の説明図である。

【0 0 5 8】

3 次元形状特徴抽出部 1 2 は、3 次元 C A D データ 1 0 0 に基づき、3 次元モデルの表面を平面とそれ以外の面、すなわち曲面に分類し (S 4 1)、曲面の表面を抽出して (S 4 2)、それ以外を本情報から除外する (S 4 8)。

【0 0 5 9】

そして 3 次元形状特徴抽出部 1 2 は、図 1 3 (a) に示すように 3 次元モデル作成時の誤差許容値間隔で U 方向、V 方向にそれぞれ分割し (S 4 3)、U 方向、V 方向のそれぞれ隣り合う分割線の交点 3 個により、半径を取得し (S 4 4)、取得した半径の中心から外側に向かう法線ベクトルの Z 成分の方向を求め (S 4 5)、この Z 成分の向きが - Z 方向と一致するか否かを求め (S 4 6)、一致しなければ凸形状半径と判断して本情報から除外し (S 4 9)、一致すれば凹形状半径と判断し (S 4 6)、このうち最小となる凹形状半径を求める (S 4 7)。

【0 0 6 0】

これにより切削加工条件自動設定部 1 4 が、加工条件を決定する際、この最小凹形状半径寸法に基づいて、仕上げに使用する工具の径を求める。

【0 0 6 1】

2 - 5. [最多凹形状半径寸法の算出]

図 1 4 は、3 次元形状特徴抽出部 1 2 が前記ステップ S 1 にて 3 次元 C A D データ 1 0 0 から形状情報として最多凹形状半径寸法を求める手順の説明図である。

。

【0062】

3次元形状特徴抽出部12は、前述と同様に凹形状を有する面（図15（a））を取得し（図12のS41～S46）、このうち図15（b）に示すように向かい合い、大きさが同一で、かつ法線ベクトルの向きが一致する辺と2直線にて構成される面と、図15（c）に示すように法線ベクトルの交点が存在する1組の向かい合う辺と、法線ベクトルの交点が存在し、かつ半径が同一の向かい合う1組の辺から構成される面と、図15（d）に示すように4つの辺の法線ベクトルの交点が存在する面を求め（S51）、これらの面の面積を算出し（S52）、これらの面を半径の大きさ別に分類する。但し、図15（c）に示す面は、同一の大きさが存在する半径で分類する（S53）。

【0063】

そして、3次元形状特徴抽出部12は、この分類された半径の大きさ毎に面積を求め、面積が最大となった半径の大きさを最多凹形状半径寸法として求める（S54）。

【0064】

これにより切削加工条件自動設定部14が、加工条件を決定する際、この最多凹形状半径寸法に基づいて、仕上げ前に使用する工具の径を求める。

【0065】

2-6. [最大深さの算出]

図16は、3次元形状特徴抽出部12が前記ステップS1にて3次元CADデータ100から形状情報として最大深さを求める場合の説明図である。

【0066】

3次元形状特徴抽出部12は、3次元CADデータ100に基づき、3次元モデルの表面をファセットに分割し、その後、図16に示すように、切削加工機2のXY平面に対して垂直で、かつ切削加工機2の取り付け面と接する（Z軸値が一致する）面または円弧を含む面と、切削加工機Aへの取付面を除く面とを構成するファセットについて、頂点のZ軸値を取得し、Zmaxすなわち最大Z軸値と、Zminすなわち最小Z軸値との差を最大深さとして求める。

【0067】

これにより切削加工条件自動設定部14が、加工条件を決定する際、この最大深さに応じ、被削材と干渉しない長さの工具を選択する。

【0068】**2-7. [切削範囲境界線の算出]**

図17は、3次元形状特徴抽出部12が前記ステップS1にて3次元CADデータ100から形状情報として切削範囲境界線を求める場合の説明図である。

【0069】

3次元形状特徴抽出部12は、3次元CADデータ100に基づき、3次元モデルの表面をファセットに分割し、このファセットの法線がXY平面と垂直すなわち加工軸と平行であるか否かを判断し、平行であるファセットから構成される面と、平行でないファセットを含む面とに分類する。

【0070】

そして、各分類についてエッジを共有する面をグループ化して加工範囲として求め、各グループの中で他の面と共有していないエッジを加工範囲境界線として求める。例えば図17において、面41、42、43がグループ化され、このグループの中で他の面と共有していないエッジ、即ち太線で示すグループの外周を加工範囲境界線として求める。

【0071】

これにより切削加工条件自動設定部14が、加工条件を決定する際、この加工範囲境界線、加工範囲を決定する。また、切削加工条件自動設定部14は、この加工範囲となった面が、加工軸に対して垂直な面か否かによって、フラットエンドミルで切削するか、ボールエンドミルで切削するかを決定する。

【0072】**2-8. [ブランク寸法の算出]**

図18は、3次元形状特徴抽出部12が前記ステップS1にて3次元CADデータ100から形状情報としてブランク寸法を求める場合の説明図である。

【0073】

3次元形状特徴抽出部12は、前記2-1の項と同様に図4に示す手順で最大

外形寸法を X 方向、Y 方向、Z 方向についてそれぞれ求める (S 1 1 ~ S 1 8)。そして 3 次元形状特徴抽出部 1 2 は、外形寸法が最も近い過去の切削加工事例を加工事例データベース 1 5 から検索し、この過去の加工事例から、削り代を求め (S 6 1)、前記最大外形寸法に求めた削り代を付加してブランク寸法を仮決定し (S 6 2)、切削加工機 2 の最大加工可能寸法と比較し (S 6 3)、切削加工機 2 での加工が可能であると判断した場合に (S 6 4)、図 1 9 に示すように仮決定したブランク寸法をブランク寸法に決定する (S 6 5)。

【0074】

3. [過去の加工実績に基づく加工条件の決定]

加工事例データベース 1 5 には、3 次元形状特徴抽出部 1 2 により抽出した、最大外形寸法 (X, Y, Z)、除去体積、面情報 (加工 X Y 平面に平行な平面か非平面か)、最多凹形状半径寸法、最小凹形状半径寸法、最大深さ寸法と切削加工工程手順、切削加工工具種類、設定主軸回転数、送り速度、送りピッチ、Z 切り込み量、加工工具軌跡などの切削加工条件と、実際に切削加工を行った時の実主軸回転数、実送り速度、加工中の主軸負荷、実切削時間、加工中に発生する各種物理現象の情報と、オペレータが判断した切削加工の良否判定の情報が一つの加工事例ごとに蓄積されている。なお、図 2 0 は、この加工事例データベース 1 5 の概念図である。

【0075】

事例検索部 1 3 は、上述のように 3 次元形状特徴抽出部 1 2 によって求めた最大外形寸法、除去体積、面情報、最多凹形状半径寸法、最小凹形状半径寸法、最大深さ等の形状情報をもとに、図 2 1 に示すように、この切削加工事例データベース 1 5 から、類似した形状の加工事例を検索する。

【0076】

例えば、検索条件が最大外形寸法の場合、3 次元モデルの X 軸最大長さと加工事例の X 軸最大長さとを比較して寸法差を絶対値で求め、同様に Y 軸方向の寸法差、Z 軸方向の寸法差について求め、X Y Z 軸方向全てが予めシステムで決められた値 (δ) 以下であれば、最大外形寸法は類似形状を持つと見なす。

【0077】

また、検索条件が除去体積の場合、3次元モデルと過去の加工事例の除去体積(切削加工体積)の差を求め、その絶対値が予めシステムで決定している値(δV)以下である場合に除去体積が類似と見なす。

【0078】

検索条件が面情報の場合、3次元モデルと加工事例のXY平面に平行な平面の面積の差を求め、その絶対値が予めシステムで決定している値(δA)以下である場合に面情報が類似と見なす。

【0079】

検索条件が最多凹形状半径寸法の場合、3次元モデルと過去の加工事例の最多凹形状半径寸法の差を求め、その絶対値が予めシステムで決定している値(δR)以下である場合に最多凹形状半径寸法が類似と見なす。

【0080】

検索条件が最小凹形状半径寸法の場合、3次元モデルと過去の加工形状との最小凹形状半径寸法の差を求め、その絶対値が予めシステムで決定している値(δMR)以下である場合に最小凹形状半径寸法が類似と見なす。

【0081】

検索条件が最大深さの場合、3次元モデルと過去の加工事例との最大深さ寸法の差を求め、その絶対値が予めシステムで決定している値(δD)以下である場合に最大深さ寸法が類似であると見なす。

【0082】

事例検索部13がこれらの検索条件を満足する加工事例を索出し、この加工事例の加工の良否に関する情報が良であった場合、切削加工条件自動設定部14は、この加工事例として記憶されている加工工程数や、使用加工工具、送り速度、主軸回転数などに基づいて切削加工条件を決定する。

【0083】

なお、切削加工条件自動設定部14は、切削加工時間の短縮化や、加工精度の向上のため、後述のように切削加工条件の最適化を行っても良い。

【0084】

4-1. [加工面粗さによる切削ピッチ及びZ切り込み調整]

切削加工事例データベース 15 に加工事例が少ない場合や、加工事例の無い被削材、切削加工工具とその組合せが検索結果として無く、且つ切削加工工具にボールエンドミルを使用する事を前提とした場合、切削加工条件自動設定部 14 は、切削条件データベース 16c に記憶された標準値や加工前入力部 11 からオペレータが指示した値に基づいて切削加工条件を決定する。

【0085】

このとき理論面粗さは、図 22 に示すように、スカラップ高さを H 、送りピッチを P 、加工工具半径（ここでは、ボールエンドミル）を R とした時、 $H = R - (R^2 - P^2 / 4)^{1/2}$ で表されるから、上記切削加工条件の仕上げ加工工具と送りピッチを与えることでスカラップ高さ H 、すなわち理論面粗さが求められる。

【0086】

従って、上記切削加工条件で求められる加工面の粗さは、この理論面粗さとなる。しかし、実際に加工を行うと、被削材の種類や送り速度などによって実際の加工面の粗さ（実加工面粗さ）は異なってしまう。

【0087】

このため切削加工条件自動設定部 14 は、求める加工面の粗さが得られるように図 23 の如く加工条件閾値データベース 16a に基づいて再計算を行う。

【0088】

なお、該加工条件閾値データベース 16a は、切削実験や切削事例や加工工具メーカーから提供される加工データ等により、実加工面粗さと、この粗さとなる場合の加工条件との対応関係を求めて、記憶したものである。

【0089】

先ず切削加工条件自動設定部 14 は、理論粗さを求め（S71）、この理論面粗さに所定の許容値を付加し、許容値の範囲にある実加工面粗さを加工条件閾値データベース 16a の中から検索する（S72）。

【0090】

そして切削加工条件自動設定部 14 は、前記理論粗さと実加工面粗さとが一致しなければ、次の候補の工具で再検索を行い（S73）、一致すればその加工例の切削工具、被削材、主軸回転数、送り速度、送りピッチ、実際の加工面粗さの

データを取得する。更にこのデータより切削加工工具の周速と一刀あたりの送り量を計算によって求める。次にこの算出値と新規加工形状に使用する加工工具の直径から主軸回転数と送り速度を計算によって求め、この結果を新規切削形状の切削条件とする（S74）。

【0091】

これにより、加工事例が無い新規形状においても、求める加工面粗さが得られる切削加工条件を自動で出力することが可能となる。

【0092】

4-2. [主軸負荷を考慮した制御]

図24は、前記ステップS7～S9にて加工時の主軸負荷をモニタリングし、適切な加工を行うように制御する手順を示している

自動NCデータ作成部19は、切削加工条件自動設定部14からの切削加工条件に基づいて作成したNCデータを加工機2に送信して加工を開始させ、同時にモニタリング部10で加工機2の加工状態（各種物理状態）をリアルタイムで計測している。このとき、主軸負荷が異常に増加すると、加工機2の破損や切削加工物の不良を招くので、自動NCデータ作成部19は、この主軸負荷が適正となるように制御を行う。

【0093】

まず、自動NCデータ作成部19は、加工機制御部22又は判断基準データベースから主軸負荷上限値や適正值を取得する（S81）。

【0094】

また、自動NCデータ作成部19は、NCデータを加工機2へ送信して加工を開始させ（S82）、モニタリング部10から主軸負荷を取得する。

【0095】

このときモニタリング部10は、主軸を駆動する電動機の駆動電流値（主軸動力P）をセンサユニット22aで検出し、下記の式1を用いてこの電流値から実際の送り速度を算出している（S83）。

【0096】

$$t*f=(6120*P*n)/(k*v) \quad \dots \quad (式1)$$

但し、

t :ピッチ (または切込み, mm), f :送り速度 (mm/min), P :主軸動力 (kW)

n :工作機械効率 (≈ 0.8), k :比切削抵抗 (被削材により異なる)

v :切削速度 (工具周速, m/min)

自動NCデータ作成部19は、加工が終了したか否かを判断し (S84)、終了していなければ、主軸負荷STRが適正值STと等しいか否かを判断し (S85)、等しければステップS82に戻して加工を継続し、等しくなければ、等しくなる主軸動力 (主軸電動機出力) P を求め (S86)、この主軸動力 P となる送り速度を式1から求め (S87)、この送り速度となるNCデータを加工機2へ送信する (S82)。

【0097】

そして加工が終了したと判断した場合 (S84)、加工事例登録部17は、加工条件の送り値を $STR = ST$ となったときの送り値に変更して切削加工事例データベース15に登録する (S88)。

【0098】

これにより設定した加工条件が適切でなかった場合にも、リアルタイムに送り速度を制御して加工機2の破損や目的物の不良を防止できる。

【0099】

また、この加工結果を加工実績として登録するので、次回加工時には、初めから適正な値で加工を行うことができる。

【0100】

更に、このモニタリングして制御する値は、送り速度に限らず、主軸回転数や、Z切り込み量、送りピッチ等でも良い。またこれらを単独に制御するのではなく、送り速度の制御の次に主軸回転数を制御し、次にZ切り込み量の制御、次に送りピッチの制御等の様に制御項目を全項目に渡って、制御することも可能である。

【0101】

5-1. [切削範囲に基づく工具径の決定]

図25～図27は、前記2-7の項で求めた切削範囲境界線に基づいて工具径

を求める場合の説明図である。

【0102】

切削加工条件自動設定部14は、前述の如く切削範囲境界線を取得すると（S101）、工具ライブラリ16bを参照し、該ライブラリ16bに登録されている加工工具を直径の昇順または降順で選択し（S102）、図25に示すように切削範囲境界線の任意の点51で接触するように配置する（S103）。そして切削加工条件自動設定部14は、この境界線上を点51にて常に接するように加工工具を移動させ（S104）、点51以外で境界線と工具が接する点が存在するか否かを調べ（S105）、存在するならば、その点と加工工具中心を結ぶ直線K1と、境界上の点での法線K2とのなす角度が 180° であるか否かを判断する（S106）。

【0103】

そして、切削加工条件自動設定部14は、この角度が 180° 以外の角度を持つ場合に干渉するとみなし、ステップS102に戻って工具ライブラリより次の工具を選択して処理を繰返し、一方、この角度が 180° ならば干渉がなく使用可能であると判断し（S107）、干渉しない最も大きな加工工具径を得るまでこの処理を繰り返す（S108）。

【0104】

5-2. [切削深さに基づく工具突き出し量の決定]

図28は、前記2-6の項で求めた切削深さに基づいて工具突き出し量を求める場合の説明図である。

【0105】

切削加工条件自動設定部14は、前述の如く切削範囲境界線を取得すると（S91）、この最大深さから最低必要な突き出し量Lを求め（S92）、工具ライブラリ16bを参照し、この最低突き出し量を超え、且つ短い突き出し量または全長を持つ切削加工工具を工具ライブラリより選択し（S93）、図29のように切削加工工具の直径等から指定される指定ホルダ形状と組み合わせた場合に（S94）、3次元モデルとこのホルダ付き切削加工工具とが干渉するか否かのチェックを行い（S95）、干渉がなければ使用可能とみなし（S96）、干渉が

あれば使用不可能とする。

【0 1 0 6】

使用不可能な場合には、次に最大深さに近く、且つ短い突き出し量または全長の工具を工具ライブラリから検索し、同様に指定ホルダを組合せて干渉チェックを行う。

【0 1 0 7】

切削加工条件自動設定部 1 4 は、この加工工具選択、指定ホルダ取り付け、干渉チェックの繰り返しにより加工深さにあった加工工具を選択する。

【0 1 0 8】

5 - 3. [面情報に基づく工具種類の決定]

図 3 0 は、前記 2 - 3 の項で求めた面情報に基づいて加工工具の種類を求める場合の説明図である。

【0 1 0 9】

切削加工条件自動設定部 1 4 は、前述の如く面情報を取得し、X Y 平面に平行な平面と、そうでない面とに分類する。そして切削加工条件自動設定部 1 4 は、X Y 平面に平行な平面を加工する工具として、フラットエンドミルかブルノーズを工具ライブラリ 1 6 c から選択し、加工座標の X Y 平面に平行でない平面及び非平面を加工する工具としてボールエンドミルを工具ライブラリ 1 6 c から選択する。

【0 1 1 0】

6. [工具寿命又は破壊の検知]

図 3 1, 図 3 2 は、工具寿命又は破壊を検知する手順の説明図である。

【0 1 1 1】

自動 N C データ作成部 1 9 で自動作成された N C データが加工機制御部 2 2 へ送信され、切削加工機 2 が加工を開始すると、モニタリング部 1 0 がセンサユニット 2 2 a で検出した値に基づいて加工中の各種物理状態をリアルタイムで計測する。

【0 1 1 2】

自動 N C データ作成部 1 9 は、このモニタリング部 1 0 でモニタした物理現象

の内、加工工具材質が破壊する時に発生する超音波に応じて、リアルタイムに切削加工条件を制御して破壊の回避を行うか、あるいは切削加工後に切削条件データベース 1 6 c を変更し、次の切削加工条件を制御するものである。

【 0 1 1 3 】

切削加工条件をリアルタイムに制御する場合、自動 NC データ作成部 1 9 は、図 3 1 に示すように、先ずモニタリングを開始し（ステップ A 1、以下 A 1 のように略記する）、単位時間当たりの加工工具材料固有な超音波の量が所定値以上であるか否かや、該超音波発生数の総数が所定値以上であるか否かを判断し（A 3）、この所定値、即ち予め加工実験や切削加工の経験により決められた加工工具の異常磨耗・破壊現象と予測できる値を越えた場合（A 2 が Y E S）、もしくは切削加工中の超音波の発生数が加工工具の寿命および破壊の直前となる値を越えた場合（A 3 が Y E S）、切削加工機 2 あるいは加工機制御部 2 2 を経由して切削加工機 2 に切削加工条件を変更した指令（NC データ）を送信する。

【 0 1 1 4 】

ここで、切削加工条件の変更が、送り速度の変更とされている場合（A 4 が Y E S）、送り速度を予め決められた割合などで一定値下げる指令を切削加工機 2 あるいは加工機制御部 2 2 を経由して切削加工機 2 に出力し、これを前記超音波の発生数が所定値以下となるまで行う（A 5）。例えば、F 1 0 0 0 で送り速度が設定されている場合、F 9 0 0 となるようにする。それでも、工具の超音波の発生数が抑制出来ない場合は、更に F 8 0 0、F 7 0 0・・・と切削加工中に段階的に下がっていくようにする。

【 0 1 1 5 】

また、切削条件の変更が主軸回転数の変更とされている（A 4 が N O）場合、主軸回転数を予め決められた割合などで一定値下げる指令を切削加工機 2 あるいは加工機制御部 2 2 を経由して切削加工機 2 に出力（A 6）し、更に単位時間当たりの超音波の量を計測して、主軸回転数を決定することを繰り返し、超音波の発生数が所定値以下となるまで行う。

【 0 1 1 6 】

また、切削加工後に切削条件データベース 1 6 c を変更する場合は、図 3 2 に

示すように、切削加工中の切削条件は変化させず、初めのNCデータ通りの切削加工を行い、モニタリングした異常磨耗・破壊現象に係る超音波の発生数は、記憶装置 3 3 に一時記憶しておく。

【0 1 1 7】

そして切削加工終了後、モニタリング部 1 0 は、記憶装置 3 3 に一時記録した単位時間あたりの超音波の発生数が所定値以上であったか否か（A 1 0）、もしくは超音波の発生総数が、所定値以上であったか否か（A 1 1）を判断する。このステップ A 1 0、A 1 1 で超音波の発生数が所定値以上と判断した場合、モニタリング部 1 0 は、切削条件の設定が送り速度の変更か否かを判断し（A 1 2）、送り速度の変更である場合には、この情報を加工事例登録部 1 7 に送信し、加工事例登録部 1 7 が切削条件データベース 1 6 c の送り速度を所定値低下させる（A 1 3）。

【0 1 1 8】

また、切削条件変更の設定が、送り速度の変更でなければ、主軸回転数の変更であるか否か（A 1 4）、又は送りピッチの変更であるか否か（A 1 5）を判断し、YESであれば、前記送り速度の場合と同様に加工事例登録部 1 7 にこの情報を送信し、加工事例登録部 1 7 が切削条件データベース 1 6 c の主軸回転数を所定値低下させる（A 1 5）或は送りピッチを所定値低下させる（A 1 7）。

【0 1 1 9】

また、切削条件変更の設定が、上記何れの変更でもない場合は、加工事例登録部 1 7 が切削条件データベース 1 6 c のZ切り込み量を所定値低下させる（A 1 8）。

【0 1 2 0】

その結果、次回以降の切削加工条件の設定は、この変更が反映された加工条件及びNCデータが出力できることになる。

【0 1 2 1】

以上の動作を行うことにより、同じ種類の加工工具を使用するときに工具の異常磨耗が発生しないように切削加工条件を自動的に制御することが出来る。

【0 1 2 2】

本実施例では、物理現象を超音波として説明したが、物理現象は超音波だけでなく、人間の五感に感じる音や振動、工具の形状変化、使用時間、更には超音波のように人間の五感に感じない物理現象等、センサーで検出できる現象であれば良い。

【0123】

7. [複数工具を加工工具セットとして扱う制御]

切削加工は、荒加工、中仕上げ加工、仕上げ加工など、複数の工程に分けて行うのが一般的である。この場合、先ず荒加工用の工具で大雑把に切削し、次に中仕上げ加工用の工具でこの削り残しを切削する。このとき図33(a)に示すように、中仕上げ加工用の工具として切削量の多すぎる工具Cを選択してしまうと、必要以上に切削してしまうことになり、荒い仕上がりとなってしまう。このため、中仕上げ加工用の工具としては、削り残しの切削が可能で且つ図33(b)のように仕上げ加工用の工具Aによる仕上げ加工が可能な程度に切削できる工具Bを選択する必要がある。このように工具を選択する場合には、その前後の工程に使用する工具を加味して選択するのが望ましい。

【0124】

そこで、本実施形態では、図34、図35に示すように、複数の工具をセット(図33(c))として扱って選択する。

【0125】

先ず本システムの3次元形状特徴抽出部12は、加工工程設計を行う3次元モデルの形状情報を抽出する(B1)。次に事例検索部13が、加工事例データベース15から、前記形状情報、即ち上記最大外形寸法、除去体積、面情報、最多凹形状半径寸法、最小凹形状半径寸法、最大深さ、切削範囲境界線について検索し、これらの形状情報が所定の許容範囲内で一致し、且つ加工結果が良である加工事例を索出する(B2)。

【0126】

切削加工条件自動設定部14は、この加工事例で使用した単数あるいは複数の加工工具の直径、加工工具ホルダ、工具材料、工具刃型形状などの種類を加工工具セットとしてまとめて抽出し、新規加工工程設計での初期値として使用する(

B3)。

【0127】

次に切削加工条件自動設定部14は、この抽出した各工具に加工工程を割り当てる。例えば、この検索された加工工具セットが直径10mm、直径6mm、直径3mm、直径1mmのボールエンドミルであった場合、直径10mmには第一の加工工程を、直径6mmには第二の加工工程を、直径3mmには第三の加工工程を、直径1mmには第四の加工工程を、加工工具の大きい直径から小さい直径となるように加工工具と加工工程の割り当てを行う(B4)。

【0128】

次に切削加工条件自動設定部14は、割り当てた加工工程毎に削り残り量を求め、削り残り量と次の工具の許容範囲に開きがあれば工具を追加する。例えば図22に記す削り残り部を算出する方法等で、第n番目の工具の削り残り体積を求め、これが次の工具の許容範囲(2切込量+係数)より多い場合、第n番目の加工工程と第(n+1)番目の連続した加工工程の間に補間加工工程を自動で追加する(B5)。

【0129】

次に切削加工条件自動設定部14は、何れかの工具が無くても削り残り量が少なく、次の工具の許容範囲に入っていれば、効率化のためこの工具を削除する。例えば、第n番目の工具の削り残り量が、第n+2番目の工具の許容範囲内であれば、第n+1番目の工具を削除する(B6)。

【0130】

そして切削加工条件自動設定部14は、この追加及び削除の処理を行った工具セットを使用工具として決定する(B7)。

【0131】

これにより、自動的に適切な工具を用いた加工工程を設計することが可能となる。

【0132】

以上のように本実施形態によれば、人が加工形状を認識し、経験により切削工程や使用工具、切削条件等決定していたことを、加工形状の特徴を検索キーとし

て類似の加工事例を検索し、これに基づいて加工条件を決定することにより、また人が頭の中で考えていた加工条件の決定過程をシステム化し、切削加工が未経験の者でも安全にかつ品質良く、また他人とのノウハウ・経験による品質のバラツキを抑えた切削加工が可能となる。

【0133】

また、実際の加工現象から数値データを取得し、加工事例としてデータベースに蓄積することにより、加工形状の特徴に応じて引き出せるようにしたことにより、今まで経験者の記憶にしか残せなかったノウハウをデータベースとして残し、再利用可能としている。

【0134】

〈その他の実施形態〉

尚、本発明は、上述の図示例にのみ限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々変更を加え得ることは勿論である。

【0135】

例えば、以下に付記した構成であっても前述の実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0136】

(付記1)

目的物の設計データから3次元形状の特徴に関する形状情報を取得する形状特徴抽出部と、

過去に行った加工の加工条件を加工事例として記憶する加工事例記憶部と、

前記形状情報に基づいて前記加工事例記憶部から加工事例を索出する事例検索部と、

前記事例検索部で検索した加工事例に基づいて加工条件を決定する加工条件設定部と、

前記加工条件に基づいて加工機の制御を行う制御部と、
を備えた加工制御装置。

【0137】

(付記2)

加工条件の判断基準となる情報を記憶した判断基準記憶部を備え、
前記加工条件設定部が、前記判断基準記憶部の情報と前記事例検索部で検索した加工事例とに基づいて加工条件を決定する付記 1 に記載の加工制御装置。

【0138】

(付記 3)

前記目的物に関する情報の入力を受け付ける加工前入力部を備え、
前記加工条件設定部が、前記加工前入力部からの情報と前記設計データとに基づいて加工条件を決定する付記 1 に記載の加工制御装置。

【0139】

(付記 4)

前記制御部が前記加工条件に基づいて制御を行ったときの加工機の情報を取得するモニタリング部と、

前記モニタリング部で取得した前記加工機情報を前記形状情報と対応づけて加工事例として前記加工事例記憶部に記憶させる加工事例登録部と、
を備える付記 1 に記載の加工制御装置。

【0140】

(付記 5)

前記制御部が前記加工条件に基づいて制御を行ったときの加工機の情報を取得するモニタリング部と、

前記モニタリング部で取得した前記加工機情報を前記形状情報と対応づけて加工事例として前記加工事例記憶部に記憶させる加工事例登録部と、

前記加工の良否に関する情報の入力を受け付ける加工後入力部と、
を備え、前記加工後入力部で受け付けた情報に応じて、前記加工事例登録部が前記加工事例を前記加工事例記憶部に記憶させる付記 1 に記載の加工制御装置。

【0141】

(付記 6)

前記形状特徴抽出部が、前記設計データに示される目的物の表面を多角形に分割し、この多角形の頂点の座標を X 方向、Y 方向、Z 方向の値で表した場合の X 値、Y 値、Z 値として求め、全ての頂点の中での最少 X 値及び最大 X 値、最少 Y

値及び最大 Y 値、最少 Z 値及び最大 Z 値を求め、

最大 X 値から最少 X 値を減じて X 軸方向最大長さを求め、

最大 Y 値から最少 Y 値を減じて Y 軸方向最大長さを求め、

最大 Z 値から最少 Z 値を減じて Z 軸方向最大長さを求める付記 1 に記載の加工制御装置。

【0 1 4 2】

(付記 7)

前記形状特徴抽出部が、全ての多角形を目的物の最下部が位置する X Y 平面に投影し、各多角形の頂点と投影された X Y 平面上の多角形との相対する頂点をそれぞれ結ぶことにより作成される多角柱の体積を求め、この演算を全ての多角形について繰り返して、目的物の体積を求め、前記 X 軸方向最大長さ、Y 軸方向最大長さ、Z 軸方向最大長さを乗算して求めた体積から減ずることにより除去体積を求める付記 6 に記載の加工制御装置。

【0 1 4 3】

(付記 8)

前記形状特徴抽出部が、前記多角形の法線が加工軸と平行であるか否かを判断し、平行である多角形を Z 軸方向の値別に分類する付記 1 に記載の加工制御装置。

【0 1 4 4】

(付記 9)

前記形状特徴抽出部が、前記設計データに示される目的物の凹形状部を抽出し、該凹形状部の中で、最も半径の小さい凹形状半径寸法を求める付記 1 に記載の加工制御装置。

【0 1 4 5】

(付記 1 0)

前記形状特徴抽出部が、前記設計データに示される目的物の凹形状部を抽出し、該凹形状部を半径寸法毎に分類し、この半径寸法毎に凹形状部の面積を求め、この面積が最大となる半径寸法を求める付記 1 に記載の加工制御装置。

【0 1 4 6】

(付記 11)

前記形状特徴抽出部が、前記設計データに示される目的物の表面を多角形に分割し、この多角形の頂点の座標を X 方向、Y 方向、Z 方向の値で表した場合に、加工機への取り付け面となる多角形及び、この取り付け面と接する多角形を除いた多角形の頂点の Z 軸値を比較し、最少となる Z 軸値を目的物の最大深さとして求める付記 1 に記載の加工制御装置。

【0147】

(付記 12)

前記形状特徴抽出部が、前記設計データに示される目的物の表面を多角形に分割し、多角形の法線が加工軸と平行であるか否かを判断し、平行である多角形と、平行でない多角形とに分類し、各分類についてエッジを共有する多角形をグループ化して加工範囲として求め、各グループの中で他の多角形と共有していないエッジを加工範囲境界線として求める付記 1 に記載の加工制御装置。

【0148】

(付記 13)

前記形状特徴抽出部が、前記 X 軸方向最大長さ、Y 軸方向最大長さ、Z 軸方向最大長さに、前記事例検索部で検索した加工事例の加工代を加えてブランク寸法を求める付記 6 に記載の加工制御装置。

【0149】

(付記 14)

前記制御部が前記加工条件に基づいて制御を行ったときの加工機の情報を取得するモニタリング部と、

前記制御を行ったときの加工結果の良否に関する情報の入力を受け付ける加工後入力部と、

前記モニタリング部で取得した前記加工機の情報と加工結果の良否を前記形状情報と対応づけて加工事例として加工事例記憶部に記憶させる加工事例登録部と

を備え、前記事例検索部で検索した加工事例の加工結果が良の場合に、前記加工条件設定部が当該加工事例に基づいて加工条件を決定する付記 1 に記載の加工

制御装置。

【0150】

(付記15)

前記事例検索部が、前記形状特徴抽出部から得た形状情報を検索キーとして加工事例データベースを検索し、前記形状特徴抽出部から得た形状情報と比較して所定の範囲内となる形状情報と対応する加工事例を索出する付記1に記載の加工制御装置。

【0151】

(付記16)

前記加工機が切削機であり、切削工具にボールエンドミルを使用する際、
前記判断基準記憶部に、加工条件と、この加工条件で加工した結果の加工面粗さとを対応付けて格納した加工条件閾値データベースを有し、

前記加工条件設定部が、切削ピッチ量と切削工具直径から加工面の理論粗さを算出し、所定の許容値内で前記理論粗さと一致する加工面粗さを前記加工条件閾値データベースから検索し、この加工面粗さと対応する加工条件に基づいて実際の加工条件を決定する付記2に記載の加工制御装置。

【0152】

(付記17)

前記加工機が切削機であり、前記モニタリング部が前記加工機の主軸負荷状態を計測し、

この計測した主軸負荷が所定の範囲外であった場合、前記制御部が所定範囲内となるように前記切削機の送り速度を調整する付記1に記載の加工制御装置。

【0153】

(付記18)

前記加工機が切削機であり、前記モニタリング部が前記加工機の主軸負荷状態を計測し、

この計測した主軸負荷が所定の範囲外であった場合、前記制御部が所定範囲内となるように前記切削機の主軸回転数を調整する付記1に記載の加工制御装置。

【0154】

(付記 1 9)

前記加工機が切削機であり、前記モニタリング部が前記加工機の主軸負荷状態を計測し、

この計測した主軸負荷が所定の範囲外であった場合、前記加工事例登録部が所定範囲内となる前記切削機の送り速度を求め、当該加工事例の送り速度を前記主軸負荷が所定の範囲となる送り速度に代えて前記加工事例記憶部に記憶させる付記 4 に記載の加工制御装置。

【 0 1 5 5 】

(付記 2 0)

前記加工機が切削機であり、前記モニタリング部が前記加工機の主軸負荷状態を計測し、

この計測した主軸負荷が所定の範囲外であった場合、前記加工事例登録部が所定範囲内となる前記切削機の主軸回転数を求め、当該加工事例の主軸回転数を前記主軸負荷が所定の範囲となる主軸回転数に代えて前記加工事例記憶部に記憶させる付記 4 に記載の加工制御装置。

【 0 1 5 6 】

(付記 2 1)

前記加工機が切削機であり、前記モニタリング部が前記加工機の主軸負荷状態を計測し、

この計測した主軸負荷が所定の範囲外であった場合、前記加工事例登録部が所定範囲内となる前記切削機の Z 切り込み量を求め、当該加工事例の Z 切り込み量を前記主軸負荷が所定の範囲となる Z 切り込み量に代えて前記加工事例記憶部に記憶させる付記 4 に記載の加工制御装置。

【 0 1 5 7 】

(付記 2 2)

前記加工機が切削機であり、前記モニタリング部が前記加工機の主軸負荷状態を計測し、

この計測した主軸負荷が所定の範囲外であった場合、前記加工事例登録部が所定範囲内となる前記切削機の X Y ピッチ量を求め、当該加工事例の X Y ピッチ量

を前記主軸負荷が所定の範囲となる X Y ピッチ量に代えて前記加工事例記憶部に記憶させる付記 4 に記載の加工制御装置。

【0158】

(付記 23)

使用可能な工具の情報を格納した工具ライブラリを有する判断基準記憶部を備え、

前記加工条件設定手段が、前記加工範囲境界線を工具外径移動軌跡として工具ライブラリより仮選択した工具を移動させた場合に、加工範囲境界線と工具外形の接点において、加工範囲境界線の法線ベクトルと、工具直径中心と該接点を結ぶ直線ベクトルが常に 180° になるか否かを判断し、

180° 以外と成る場合には、直径の小さい工具を工具ライブラリより選択して、上記判断を行い、常に 180° となる工具が選択できるまで前記判断を繰り返すことを特徴とする付記 12 に記載の加工制御装置。

【0159】

(付記 24)

使用可能な工具の情報を格納した工具ライブラリを有する判断基準記憶部を備え、

前記加工条件設定部が、前記最大深さの情報に基づいて、加工に必要な工具の最低突き出し長さを算出し、その算出値より突き出しが長い工具を前記工具ライブラリから検索し、この工具をホルダに装着して加工を行った場合に、前記工具及びホルダと、目的物とが干渉するか否かの確認を行い、干渉がなければ加工に使用する工具として選択する付記 11 に記載の加工制御装置。

【0160】

(付記 25)

前記加工条件設定部が、前記目的物の表面を、前記 X Y 平面と垂直な法線を有する多角形に分割される水平面と、それ以外の面とに分類し、前記水平面を加工する工具としてフラットエンドミルを選択し、それ以外の面を加工する工具としてボールエンドミルを選択する付記 8 に記載の加工制御装置。

【0161】

(付記 2 6)

加工工具の破壊又は寿命の前兆として発生する物理現象を示す情報を前記加工事例記憶部に記憶させておき、

前記制御部が、前記モニタリング部で計測した加工機の情報と前記物理現象を示す情報とを比較することにより加工工具寿命又は加工工具破壊を事前に検知し、加工工具寿命又は加工工具破壊を事前に検知した場合には、加工工具寿命又は加工工具破壊までの時間を長くするように加工条件を変更する付記 4 に記載の加工制御装置。

【 0 1 6 2 】

(付記 2 7)

加工工具の破壊又は寿命の前兆として発生する物理現象を示す情報を前記加工事例記憶部に記憶させておき、

前記加工事例登録部が、前記モニタリング部で計測した加工機の情報と前記物理現象を示す情報とを比較することにより加工工具寿命又は加工工具破壊を事前に検知し、加工工具寿命又は加工工具破壊を事前に検知した場合には、加工工具寿命又は加工工具破壊までの時間を長くするように加工条件を代えて前記加工事例を前記加工事例記憶部に記憶させる付記 4 に記載の加工制御装置。

【 0 1 6 3 】

(付記 2 8)

加工工具の破壊又は寿命の前兆として発生する物理現象を示す情報を前記加工事例記憶部に記憶させておき、

前記制御部が、前記モニタリング部で計測した加工機の情報と前記物理現象を示す情報とを比較することにより加工工具寿命又は加工工具破壊を事前に検知し、加工工具寿命又は加工工具破壊を事前に検知した場合には、加工工具寿命又は加工工具破壊までの時間を長くするように主軸回転数を変更する付記 4 に記載の加工制御装置。

【 0 1 6 4 】

(付記 2 9)

加工工具の破壊又は寿命の前兆として発生する物理現象を示す情報を前記加工

事例記憶部に記憶させておき、

前記制御部が、前記モニタリング部で計測した加工機の情報と前記物理現象を示す情報とを比較することにより加工工具寿命又は加工工具破壊を事前に検知し、加工工具寿命又は加工工具破壊を事前に検知した場合には、加工工具寿命又は加工工具破壊までの時間を長くするように加工機の送り速度を変更する付記 4 に記載の加工制御装置。

【 0 1 6 5 】

(付記 3 0)

加工工具の破壊又は寿命の前兆として発生する物理現象を示す情報を前記加工事例記憶部に記憶させておき、

前記加工事例登録部が、前記モニタリング部で計測した加工機の情報と前記物理現象を示す情報とを比較することにより加工工具寿命又は加工工具破壊を事前に検知し、加工工具寿命又は加工工具破壊を事前に検知した場合には、加工工具寿命又は加工工具破壊までの時間を長くするように加工条件の主軸回転数を予め決められた数値に段階的に変化させて前記加工事例を前記加工事例記憶部に記憶させる付記 4 に記載の加工制御装置。

【 0 1 6 6 】

(付記 3 1)

加工工具の破壊又は寿命の前兆として発生する物理現象を示す情報を前記加工事例記憶部に記憶させておき、

前記加工事例登録部が、前記モニタリング部で計測した加工機の情報と前記物理現象を示す情報とを比較することにより加工工具寿命又は加工工具破壊を事前に検知し、加工工具寿命又は加工工具破壊を事前に検知した場合には、加工工具寿命又は加工工具破壊までの時間を長くするように加工条件の送り速度を予め決められた数値に段階的に変化させて前記加工事例を前記加工事例記憶部に記憶させる付記 4 に記載の加工制御装置。

【 0 1 6 7 】

(付記 3 2)

加工工具の破壊又は寿命の前兆として発生する物理現象を示す情報を前記加工

事例記憶部に記憶させておき、

前記加工事例登録部が、前記モニタリング部で計測した加工機の情報と前記物理現象を示す情報とを比較することにより加工工具寿命又は加工工具破壊を事前に検知し、加工工具寿命又は加工工具破壊を事前に検知した場合には、加工工具寿命又は加工工具破壊までの時間を長くするように加工条件の送りピッチ量を予め決められた数値に段階的に変化させて前記加工事例を前記加工事例記憶部に記憶させる付記 4 に記載の加工制御装置。

【 0 1 6 8 】

(付記 3 3)

加工工具の破壊又は寿命の前兆として発生する物理現象を示す情報を前記加工事例記憶部に記憶させておき、

前記加工事例登録部が、前記モニタリング部で計測した加工機の情報と前記物理現象を示す情報とを比較することにより加工工具寿命又は加工工具破壊を事前に検知し、加工工具寿命又は加工工具破壊を事前に検知した場合には、加工工具寿命又は加工工具破壊までの時間を長くするように加工条件の Z 切り込み量を予め決められた数値に段階的に変化させて前記加工事例を前記加工事例記憶部に記憶させる付記 4 に記載の加工制御装置。

【 0 1 6 9 】

(付記 3 4)

複数の工具を順に使用する場合、前記加工条件設定部が、先に使用する工具の削り残り量と次に使用する工具の許容範囲とを比較し、先に使用する工具の削り残り量が次の工具の許容範囲を越えていれば、該工具の変更、追加、又は削除を行って先に使用する工具の削り残り量が次の工具の許容範囲内とする付記 1 に記載の加工制御装置。

【 0 1 7 0 】

(付記 3 5)

複数の工具を順に使用する場合、前記加工条件設定部が、先に使用する工具の削り残り量と次に使用する工具の許容範囲とを比較し、

先に使用する工具の削り残り量が次に使用する工具の許容範囲の上限を越えて

いれば、先に使用する工具と次に使用する工具との間で使用する工具を追加し、
先に使用する工具の削り残り量が次に使用する工具の許容範囲の下限を越えて
いれば、先に使用する工具の削り残り量と次の次に使用する工具の許容範囲とを
比較し、先に使用する工具の削り残り量が次の次に使用する工具の許容範囲内で
あれば前記次に使用する工具を削除する付記 1 に記載の加工制御装置。

【0171】

(付記 36)

目的物の設計データから 3 次元形状の特徴に関する形状情報を取得するステップと、

過去に行った加工の加工条件を加工事例として記憶する加工事例記憶部から前記形状情報に基づいて加工事例を索出するステップと、

前記事例検索部で検索した加工事例に基づいて加工条件を決定するステップと、

前記加工条件に基づいて加工機の制御を行うステップと、
をコンピュータに実行させる加工制御プログラム。

【0172】

(付記 37)

加工機と、該加工機を制御する加工制御装置とからなる加工制御システムであって、

前記加工制御装置が、

目的物の設計データから 3 次元形状の特徴に関する形状情報を取得する形状特徴抽出部と、

過去に行った加工の加工条件を加工事例として記憶する加工事例記憶部と、

前記形状情報に基づいて前記加工事例記憶部から加工事例を索出する事例検索部と、

前記事例検索部で検索した加工事例に基づいて加工条件を決定する加工条件設定部と、

前記加工条件に基づいて前記加工機の制御を行う制御部と、
を備えることを特徴とする加工制御システム。

【0173】

本発明において、以上の構成要素は可能な限り組み合わせることができる。

【0174】**【発明の効果】**

以上、説明したように本発明は、加工を行う形状の特徴に応じて加工事例を検索し、この加工事例に基づいて加工条件を設定することにより、過去の加工結果を反映させた加工を可能とする。

【図面の簡単な説明】

- 【図1】** 本発明に係る加工制御システムの概略図
- 【図2】** 加工制御装置の概略構成図
- 【図3】** 加工制御手順の説明図
- 【図4】** 最大外形寸法算出のフローチャート
- 【図5】** 最大外形寸法算出の説明図
- 【図6】** 最大外形寸法算出の説明図
- 【図7】** 除去体積算出のフローチャート
- 【図8】** 除去体積算出の説明図
- 【図9】** 除去体積算出の説明図
- 【図10】** 面情報取得のフローチャート
- 【図11】** 面情報取得手順の説明図
- 【図12】** 最小凹形状半径取得のフローチャート
- 【図13】** 最小凹形状半径取得の説明図
- 【図14】** 最多凹形状半径取得のフローチャート
- 【図15】** 最多凹形状半径取得の説明図
- 【図16】** 最大深さ算出の説明図
- 【図17】** 加工境界取得の説明図
- 【図18】** ブランク寸法算出のフローチャート
- 【図19】** ブランク寸法算出の説明図
- 【図20】** 切削加工事例データベースの説明図
- 【図21】** 加工条件決定の説明図

- 【図 2 2】 加工面粗さに基づく加工制御の説明図
- 【図 2 3】 加工面粗さに基づく加工制御の説明図
- 【図 2 4】 主軸負荷に基づく加工制御のフローチャート
- 【図 2 5】 切削範囲境界線に基づいて工具径を求める場合の説明図
- 【図 2 6】 切削範囲境界線に基づいて工具径を求めるフローチャート
- 【図 2 7】 切削範囲境界線に基づいて工具径を求めるフローチャート
- 【図 2 8】 切削深さに基づいて工具突き出し量を求めるフローチャート
- 【図 2 9】 切削深さに基づいて工具突き出し量を求める場合の説明図
- 【図 3 0】 面情報に基づいて加工工具の種類を求める場合の説明図
- 【図 3 1】 工具寿命又は破壊を検知する制御のフローチャート
- 【図 3 2】 工具寿命又は破壊を検知する制御のフローチャート
- 【図 3 3】 複数の工具をセットとして選択する場合の説明図
- 【図 3 4】 複数の工具をセットとして選択する制御のフローチャート
- 【図 3 5】 複数の工具をセットとして選択する制御のフローチャート

【符号の説明】

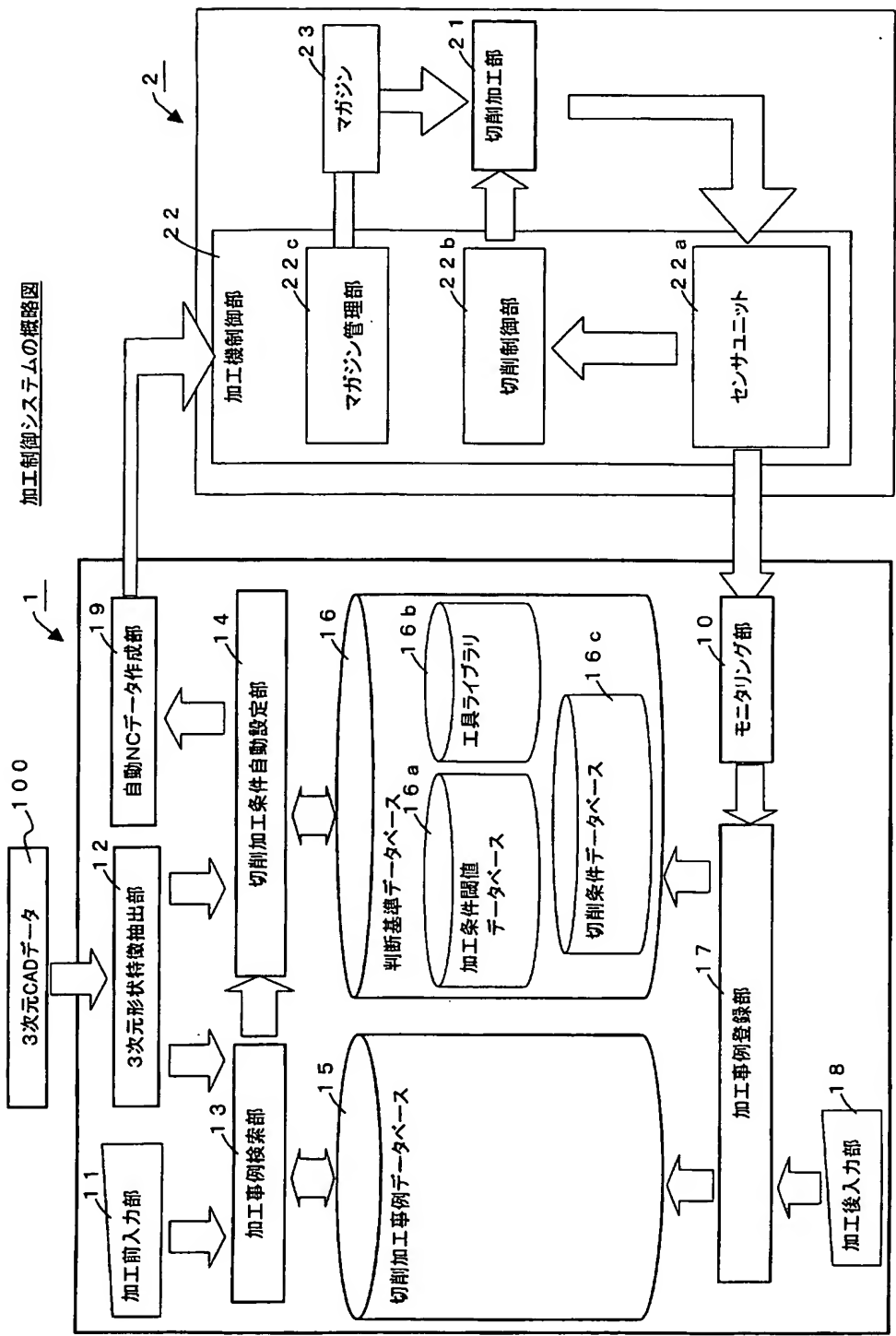
- 1 加工制御装置
- 2 加工機
- 10 モニタリング部
- 11 加工前入力部
- 12 3次元形状特徴抽出部
- 13 事例検索部
- 14 切削加工条件自動設定部
- 15 切削加工事例データベース
- 16 判断基準データベース
- 16 a 加工条件閾値データベース
- 16 b 工具ライブラリ
- 16 c 切削条件データベース
- 17 加工事例登録部
- 18 加工後入力部

- 1 9 データ作成部
- 2 1 切削加工部
- 2 2 加工機制御部
- 2 2 a センサユニット
- 2 2 b 切削制御部
- 2 2 c マガジン管理部
- 2 3 マガジン
- 3 1 本体
- 3 2 演算処理部
- 3 3 記憶装置
- 3 3 記憶部
- 3 4 入出力部
- 1 0 0 3次元データ

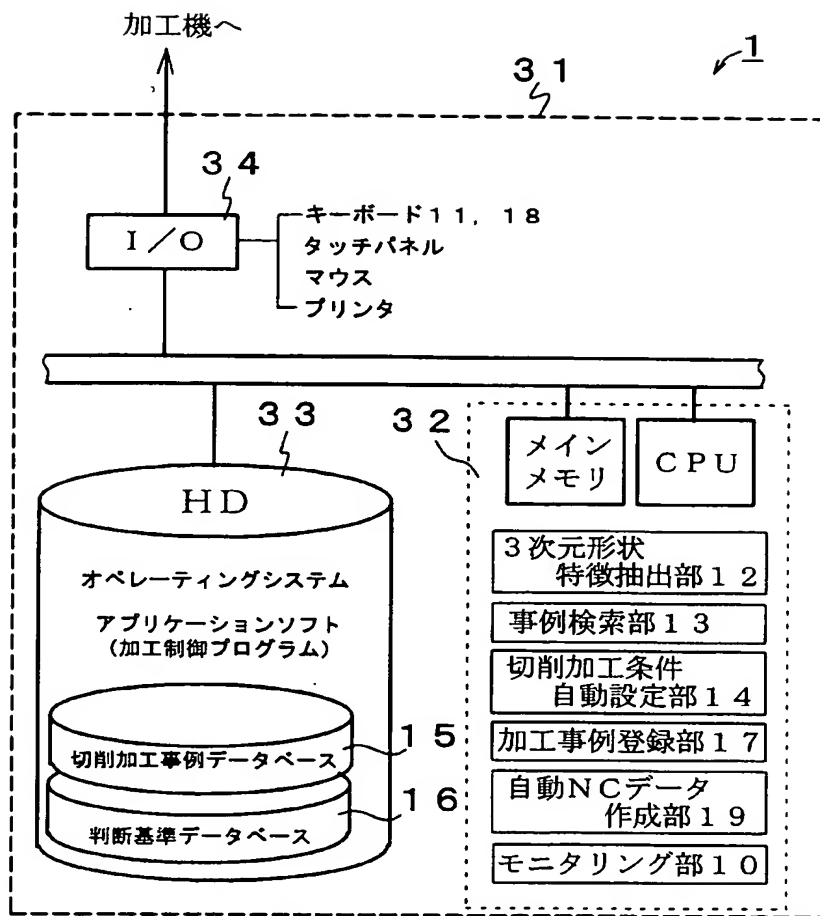
【書類名】

図面

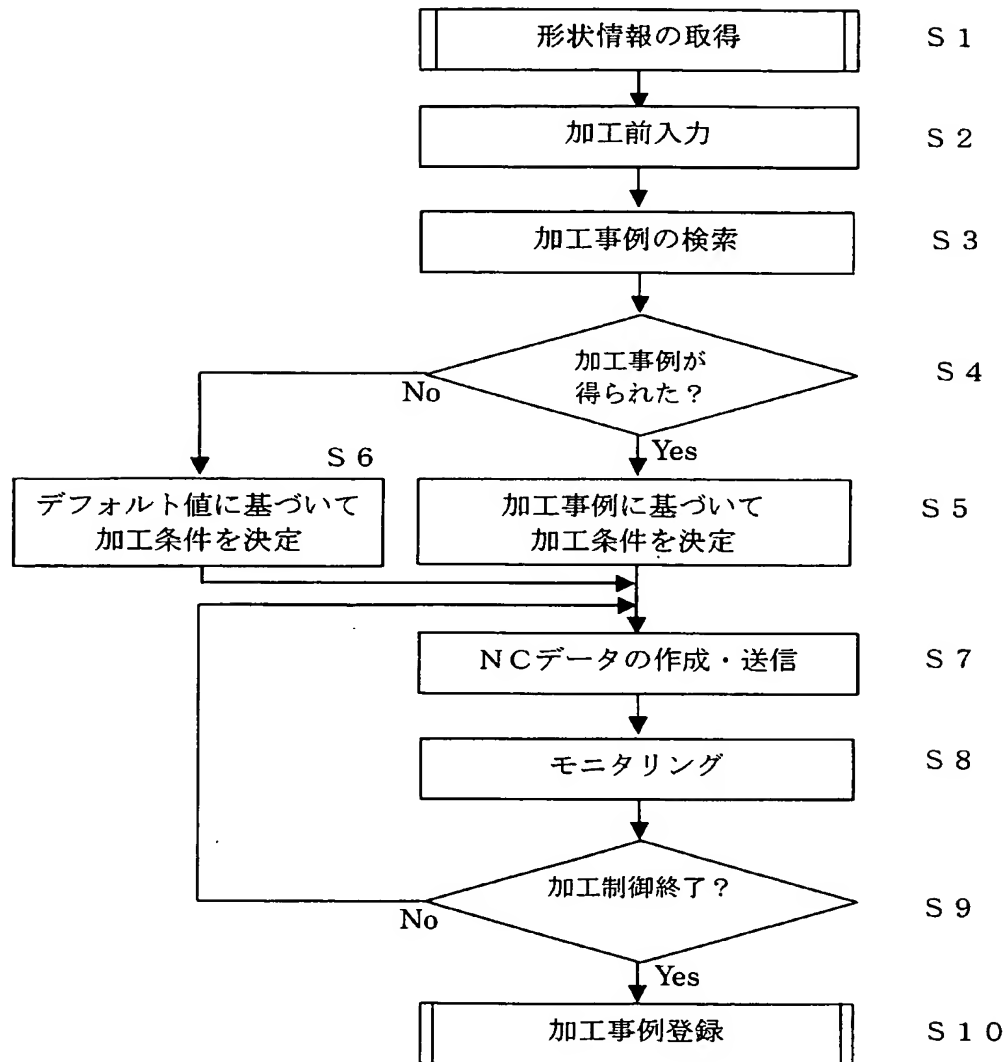
【図 1】



【図 2】

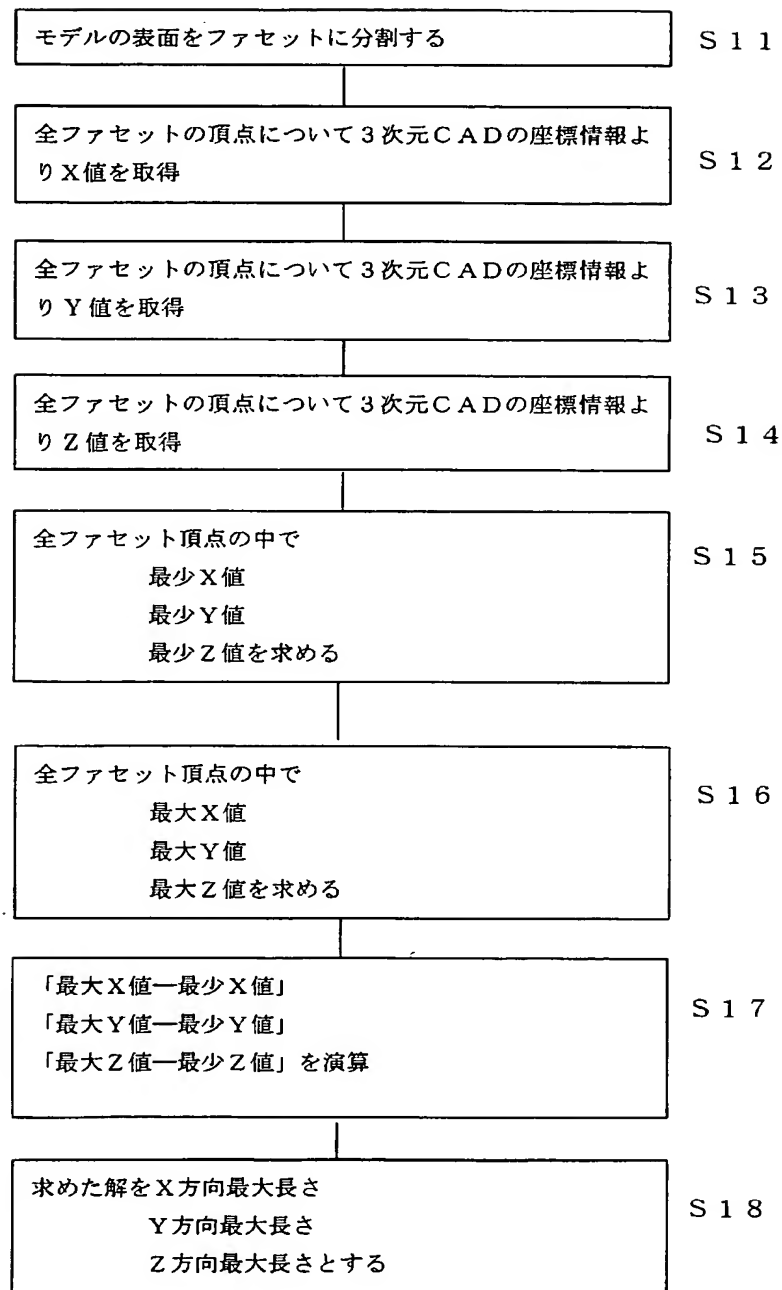


【図 3】



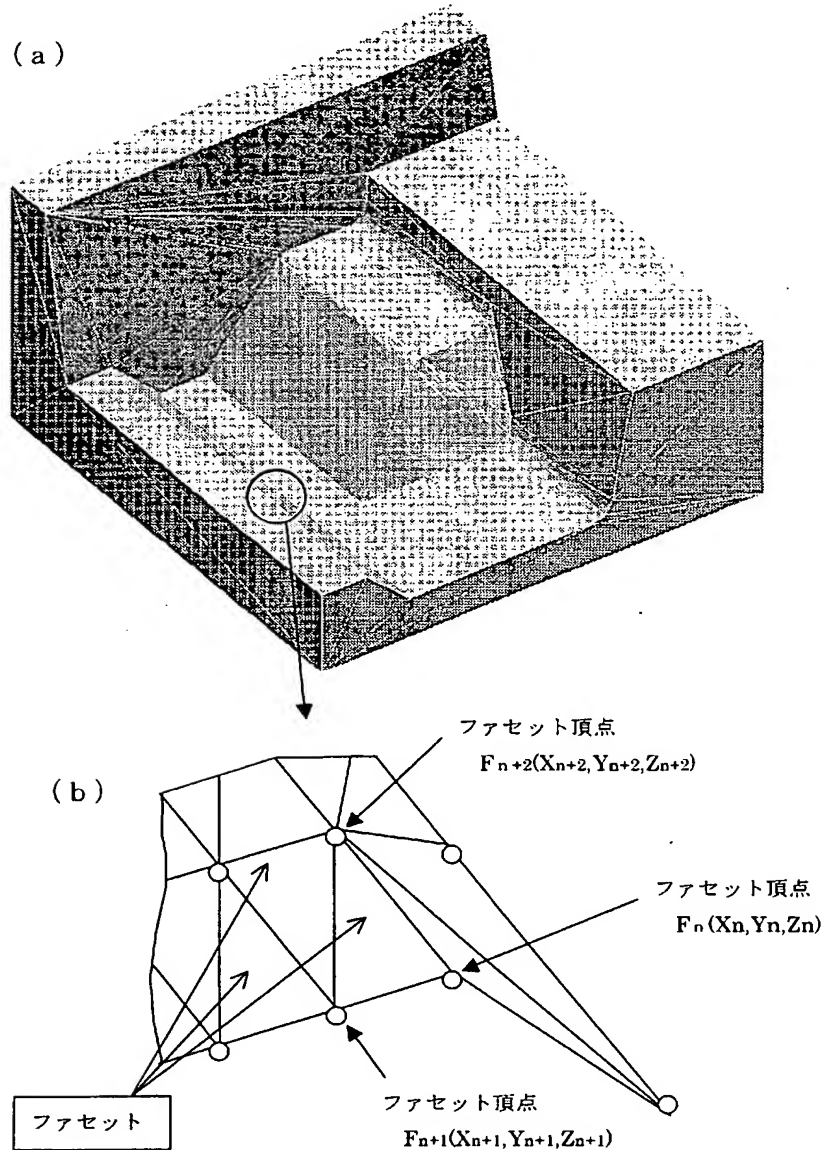
【図 4】

最大外形寸法算出のフローチャート

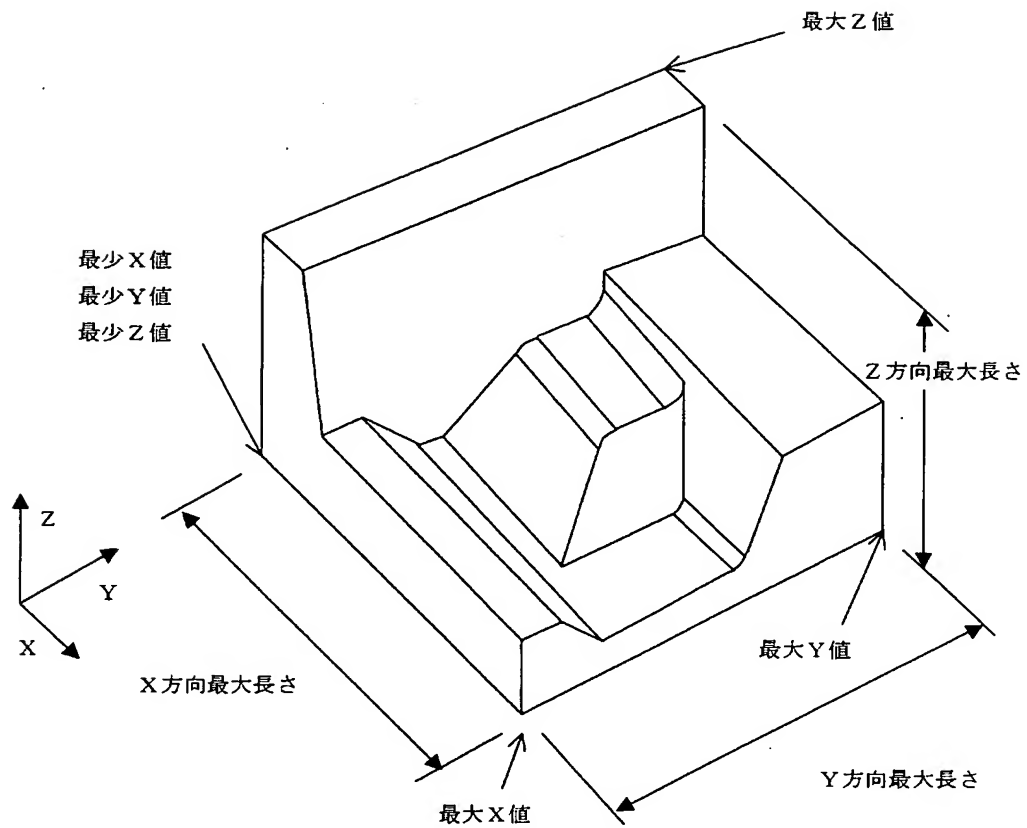


【図 5】

最大外形寸法算出の説明図

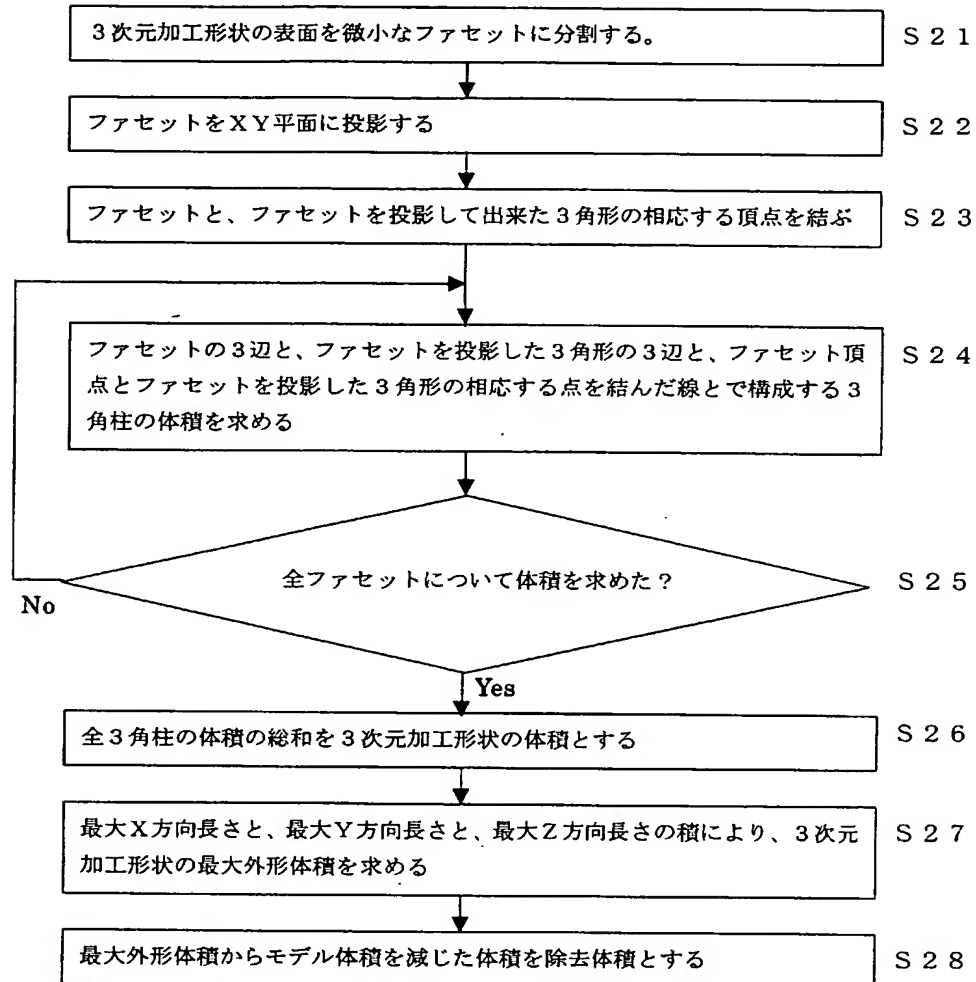


【図 6】



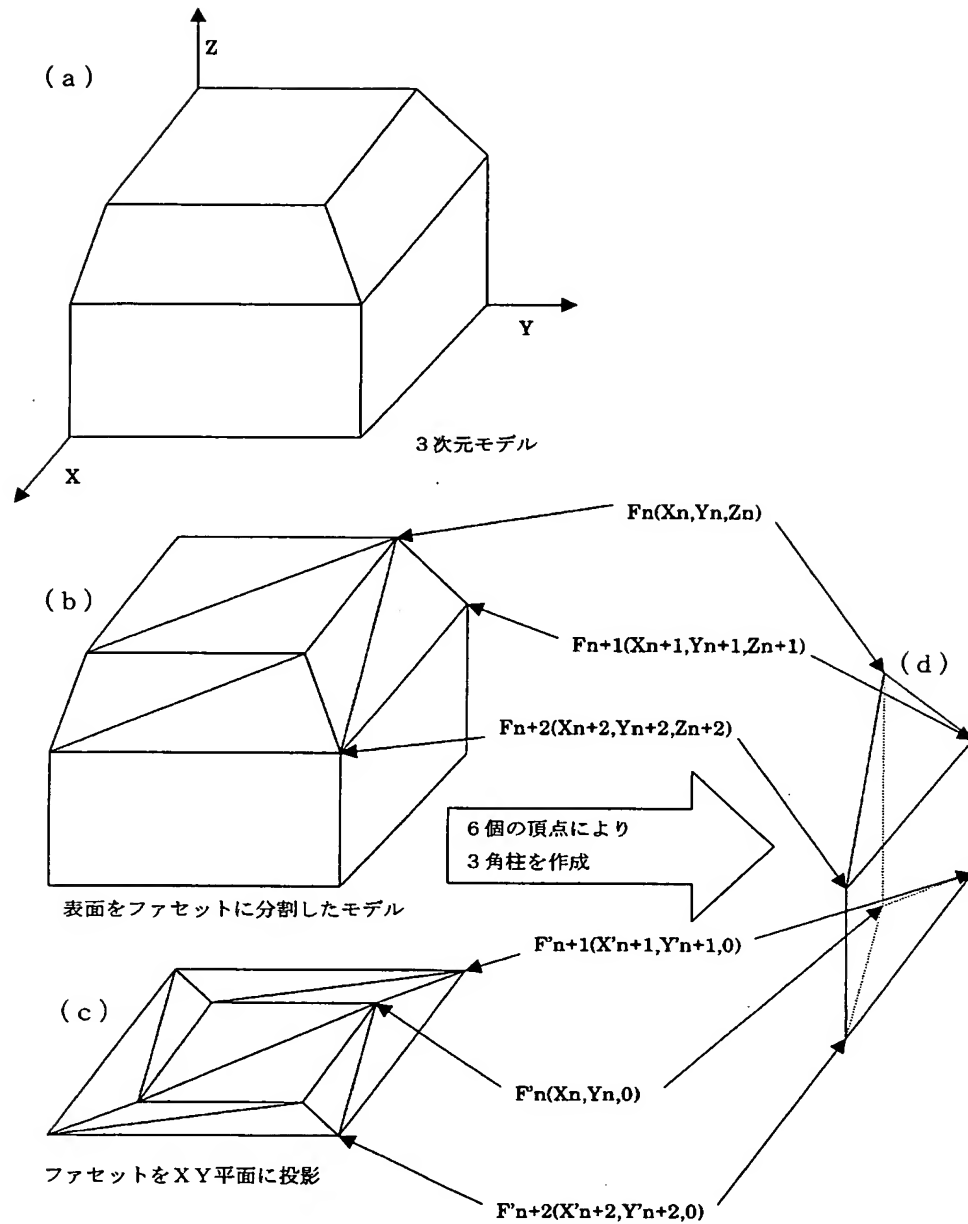
【図 7】

除去体積算出のフローチャート



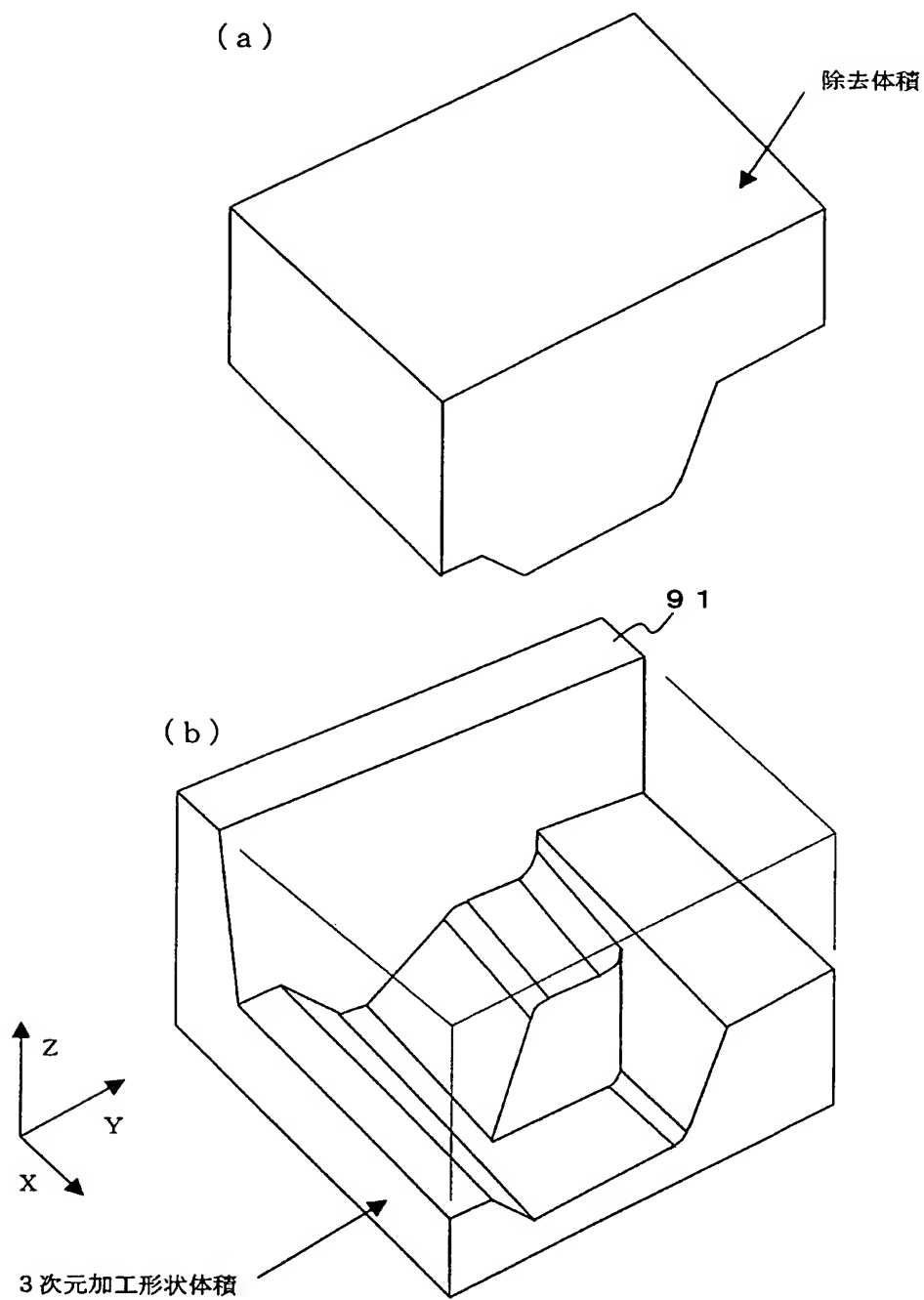
【図 8】

除去体積算出の説明図



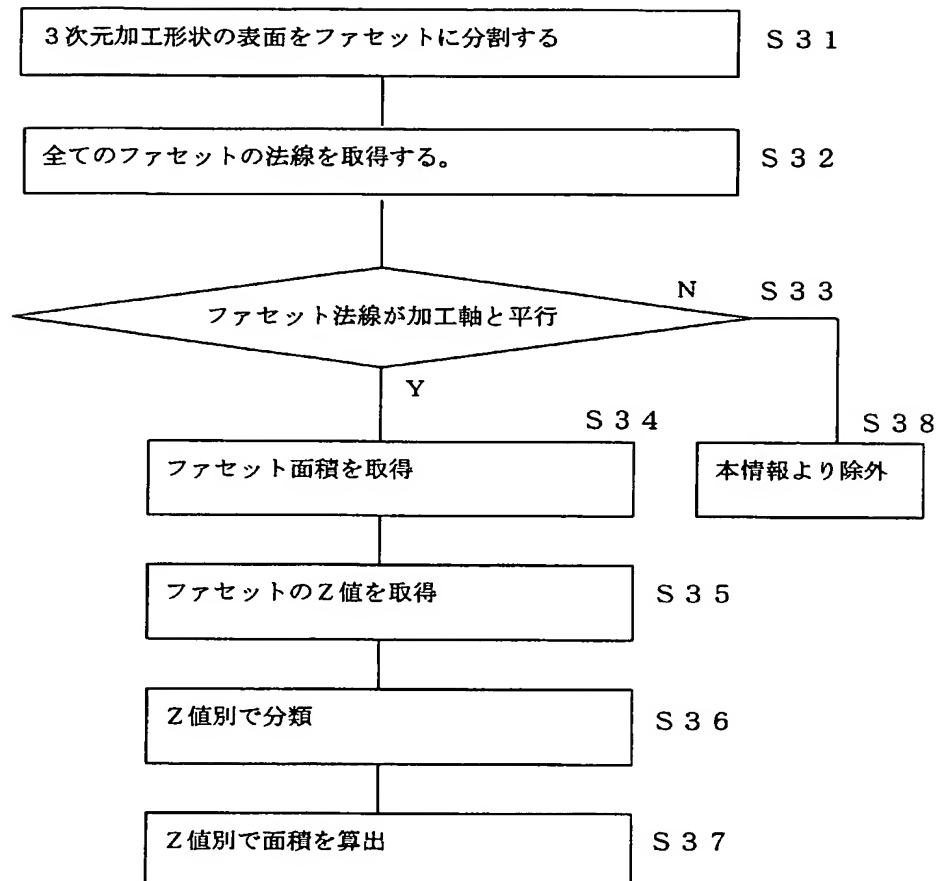
【図 9】

除去体積算出の説明図

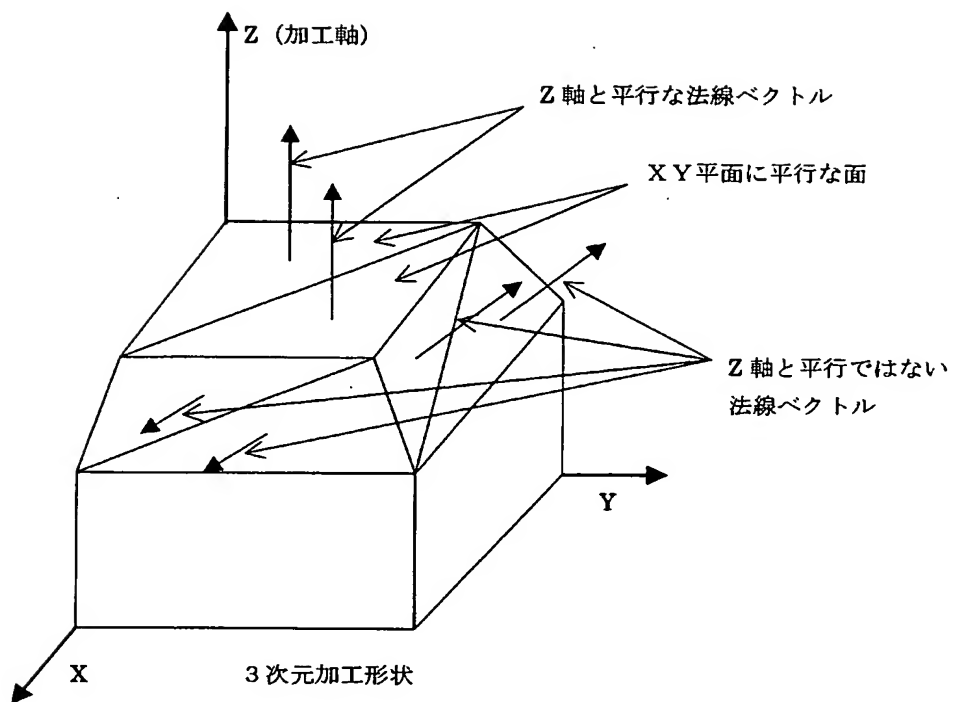


【図 10】

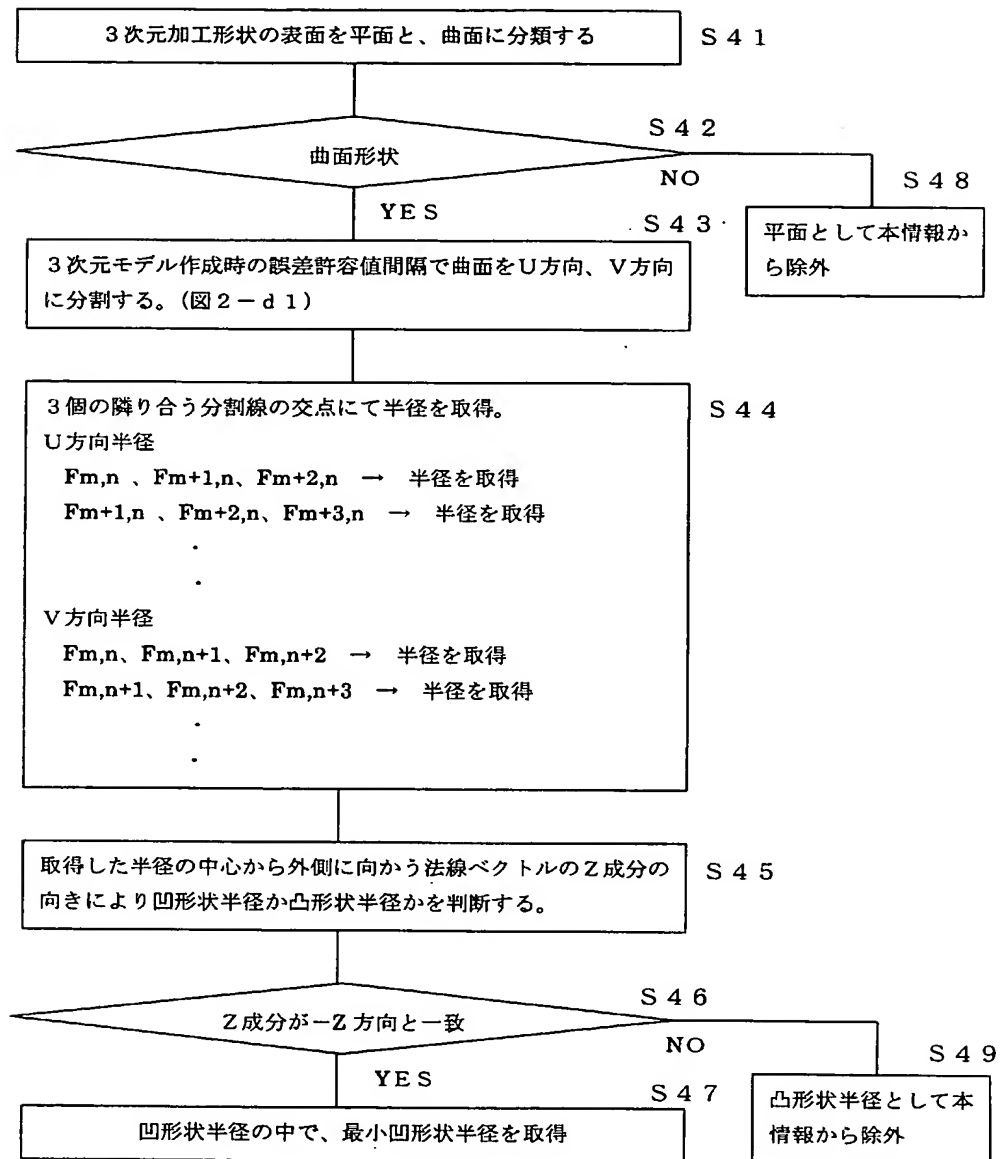
面情報取得のフローチャート



【図 11】

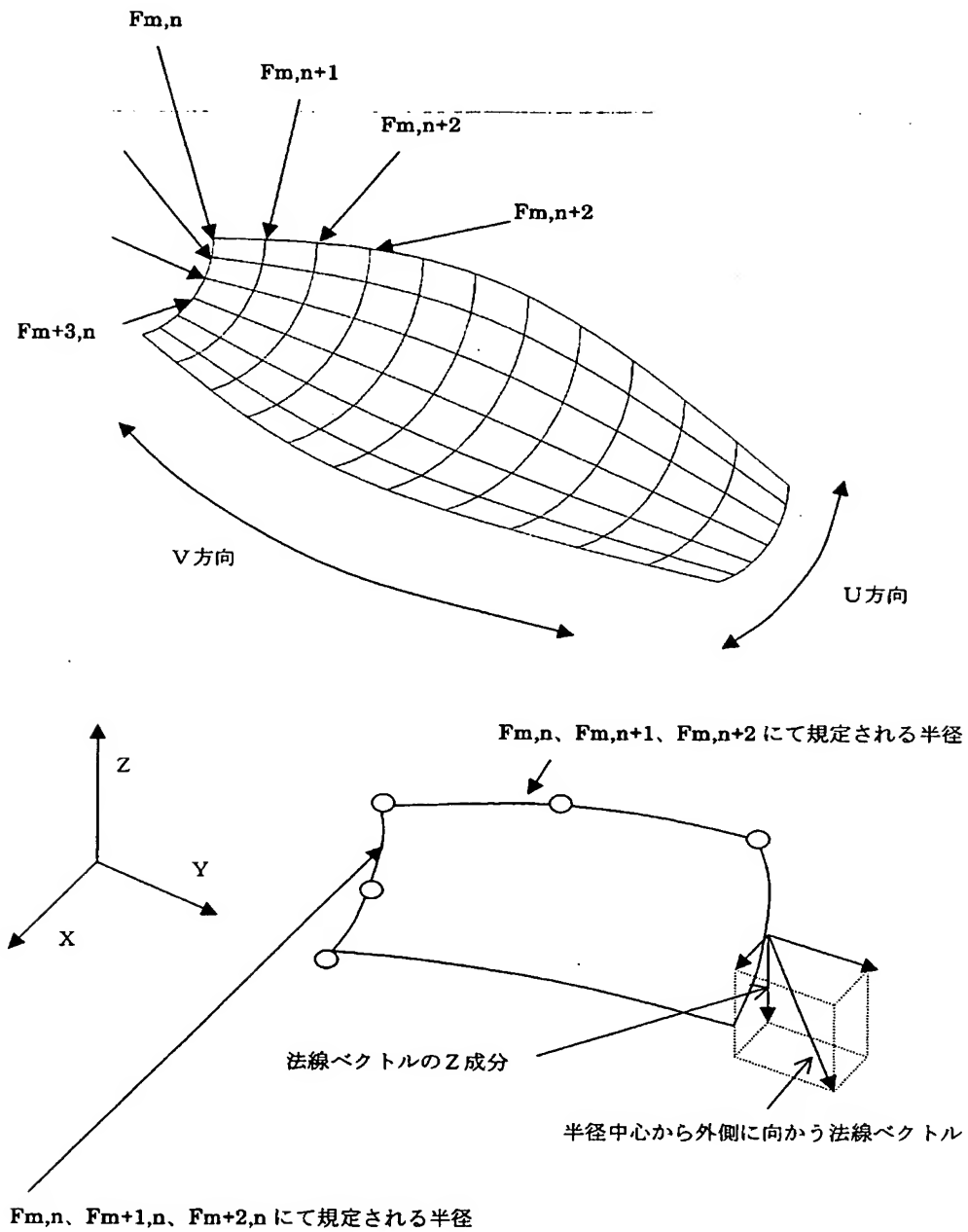


【図 12】



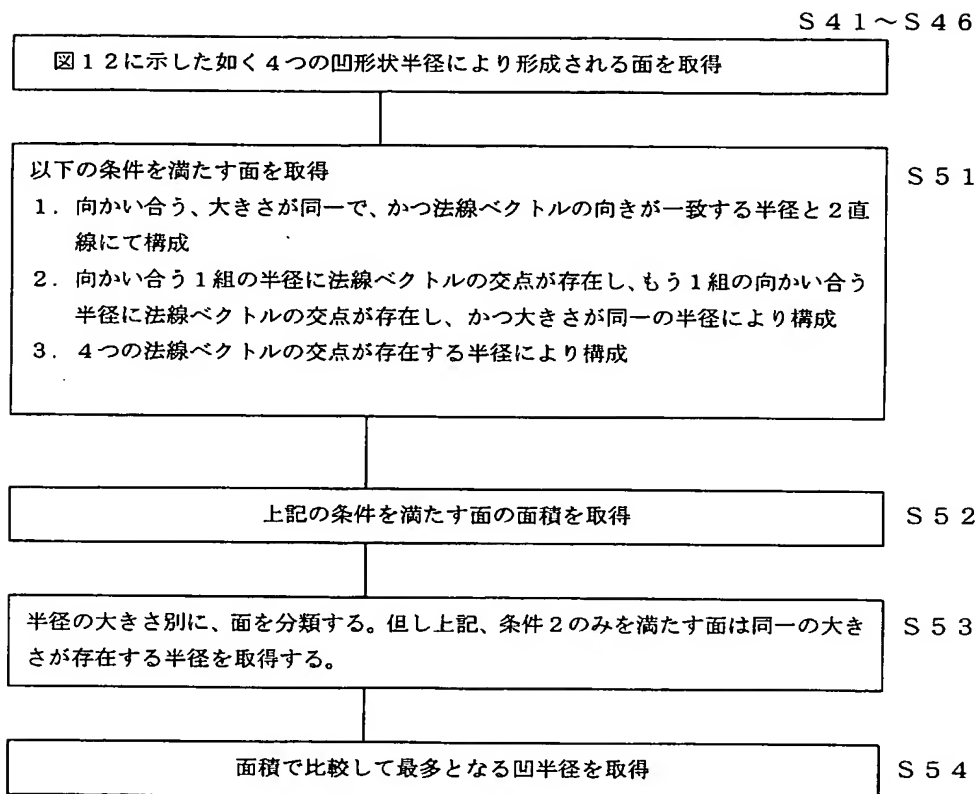
【図 13】

最小凹形状半径取得の説明図



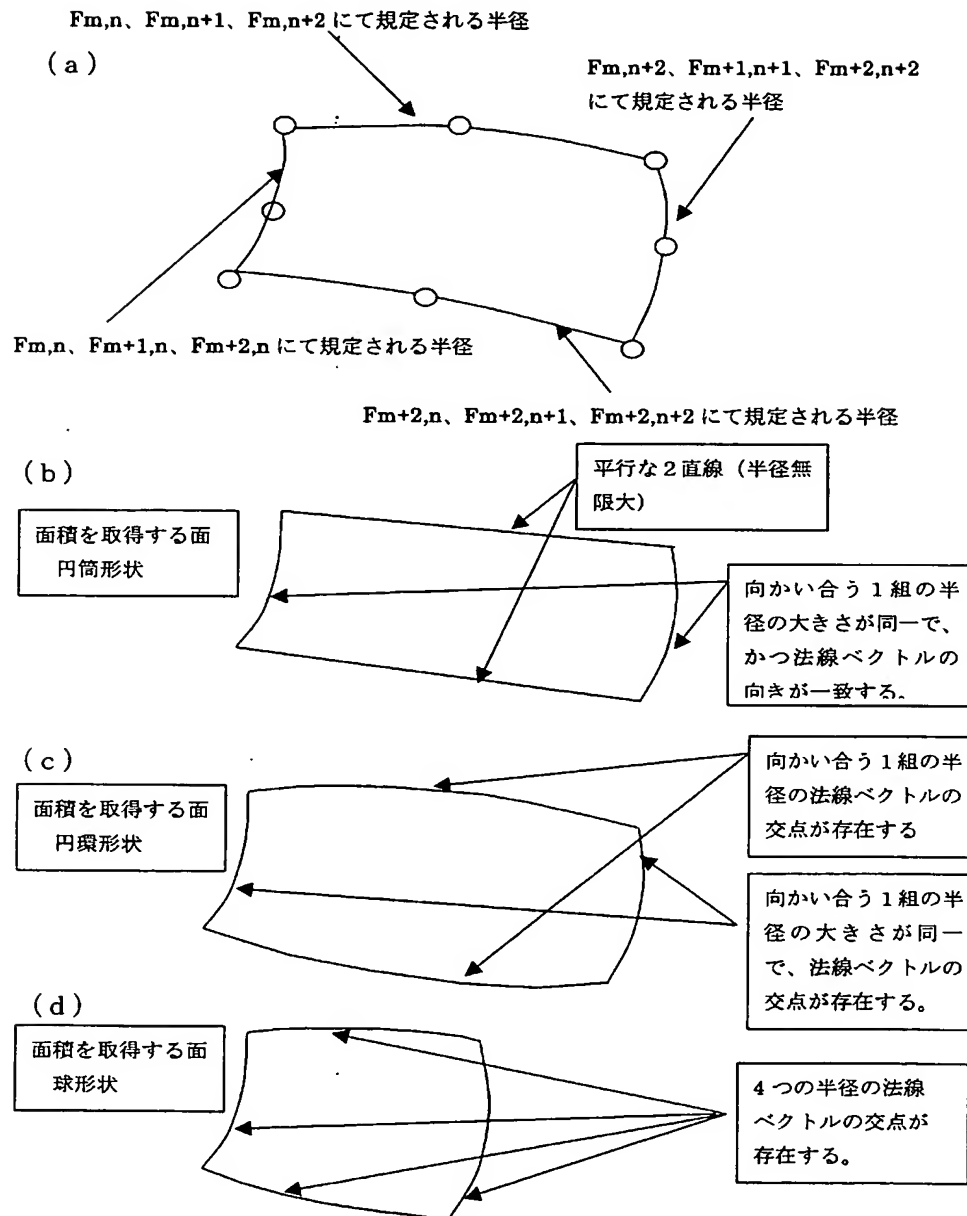
【図 14】

最多凹形状半径取得のフローチャート



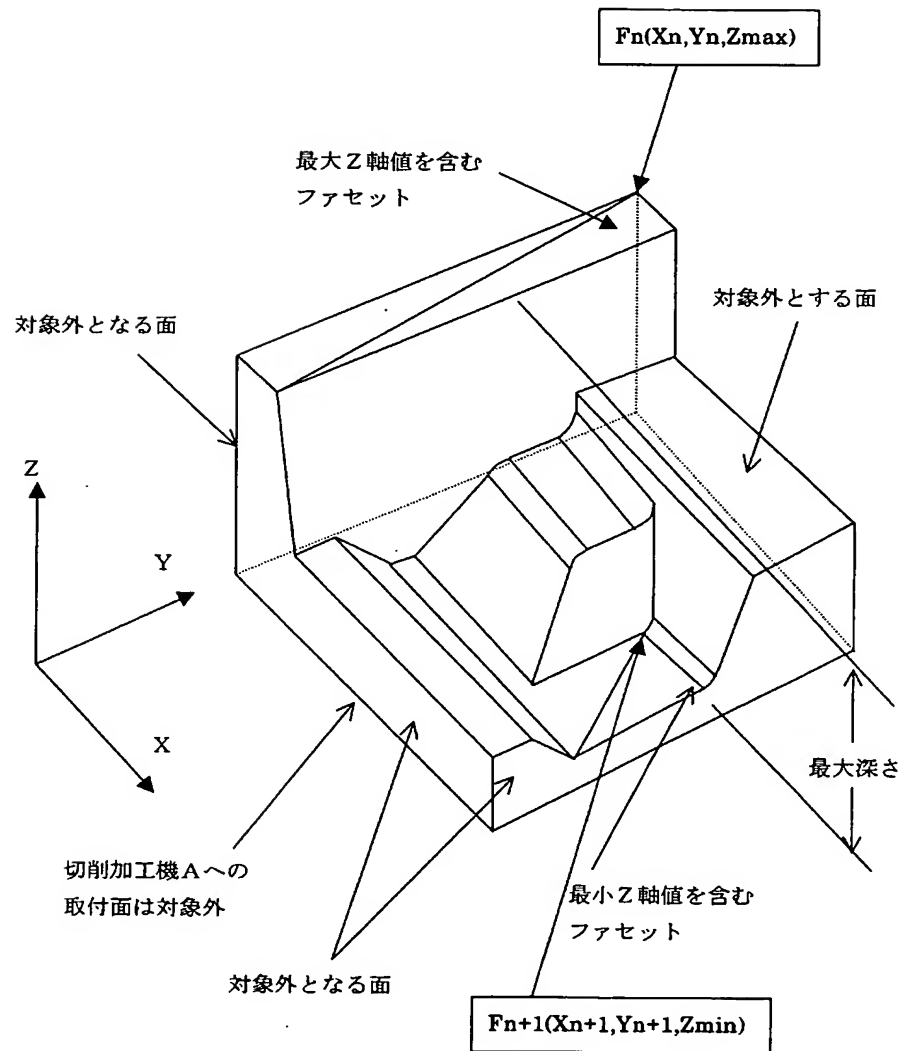
【図 15】

最多凹形状半径取得の説明図



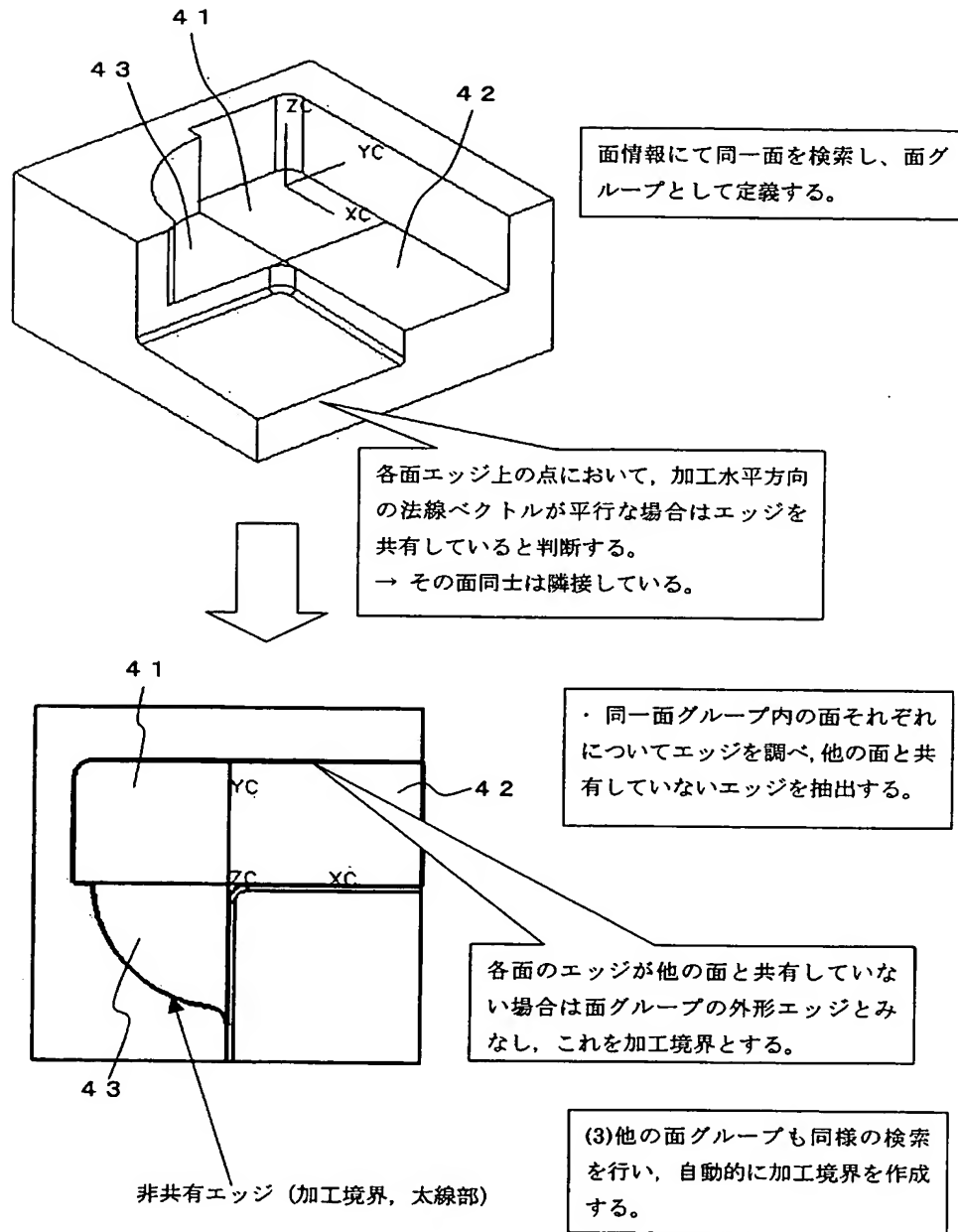
【図 16】

最大深さ算出の説明図



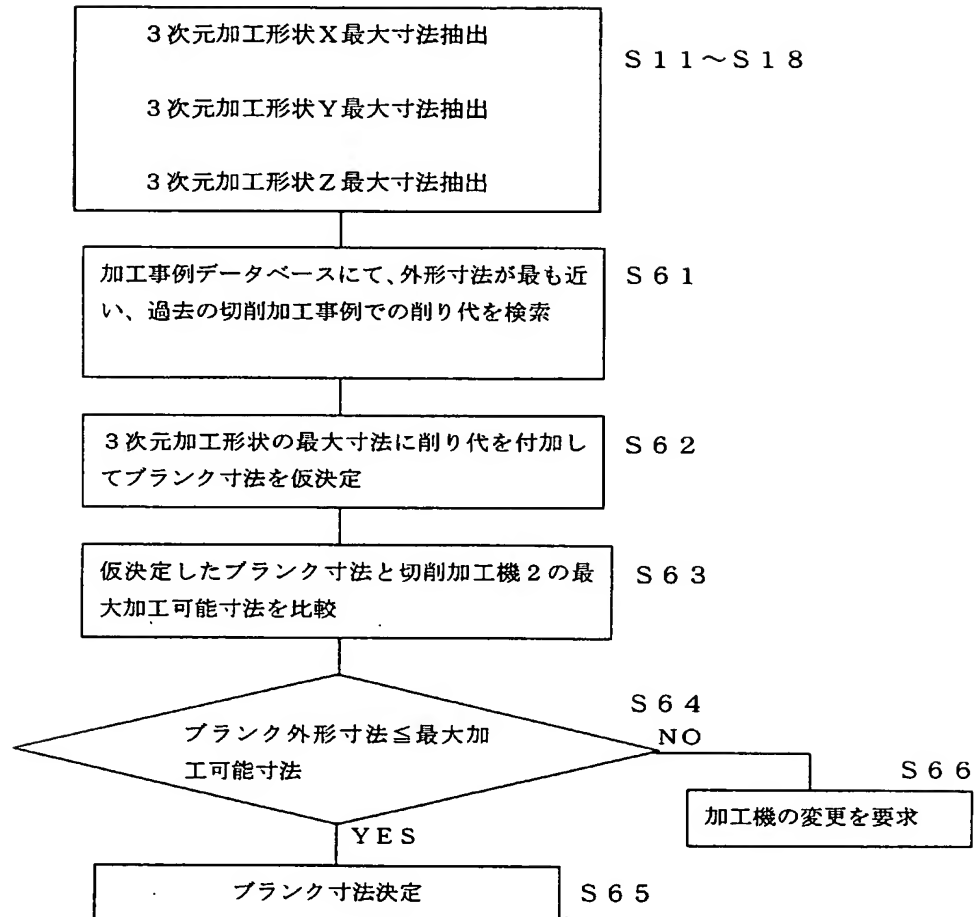
【図 17】

加工境界取得の説明図



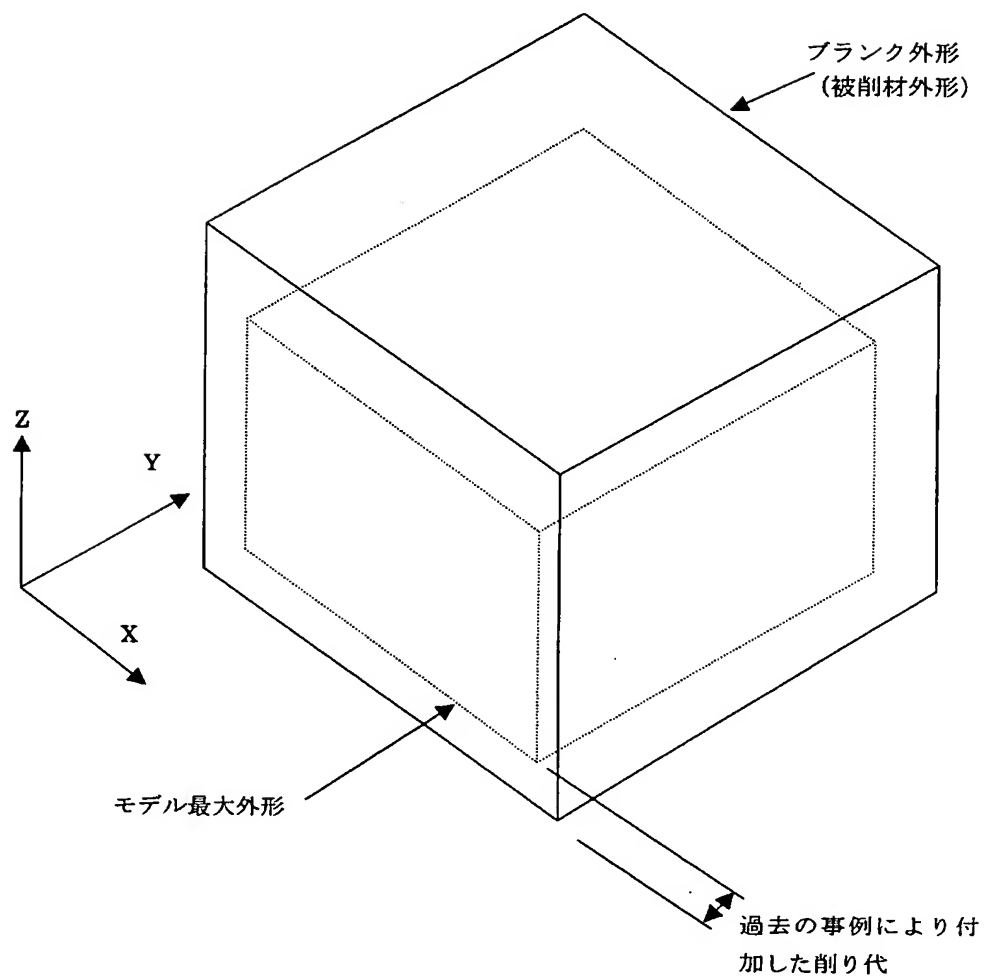
【図 18】

ブランク寸法算出のフローチャート

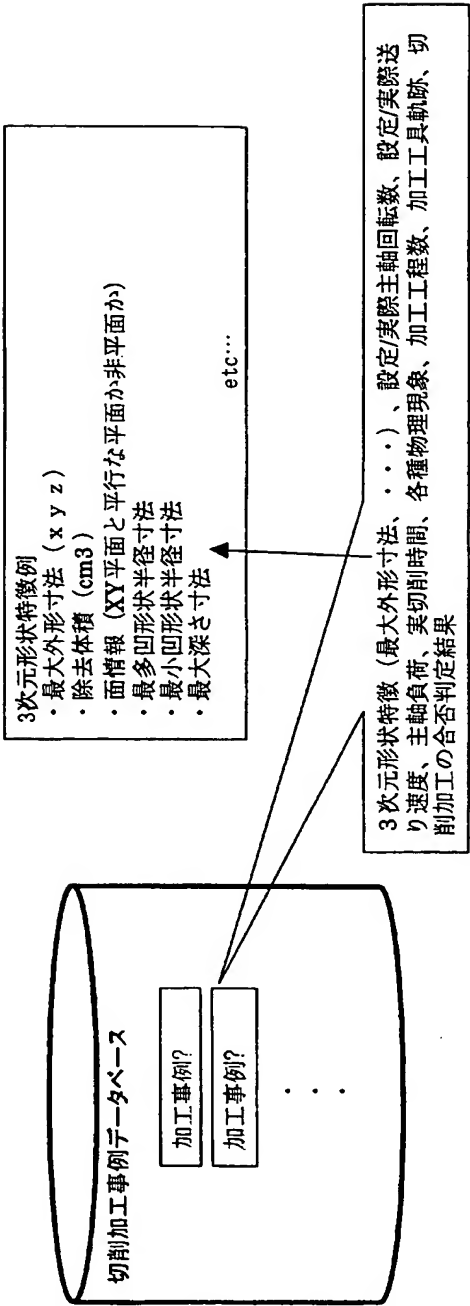


【図 19】

ブランク寸法算出の説明図



【図 20】

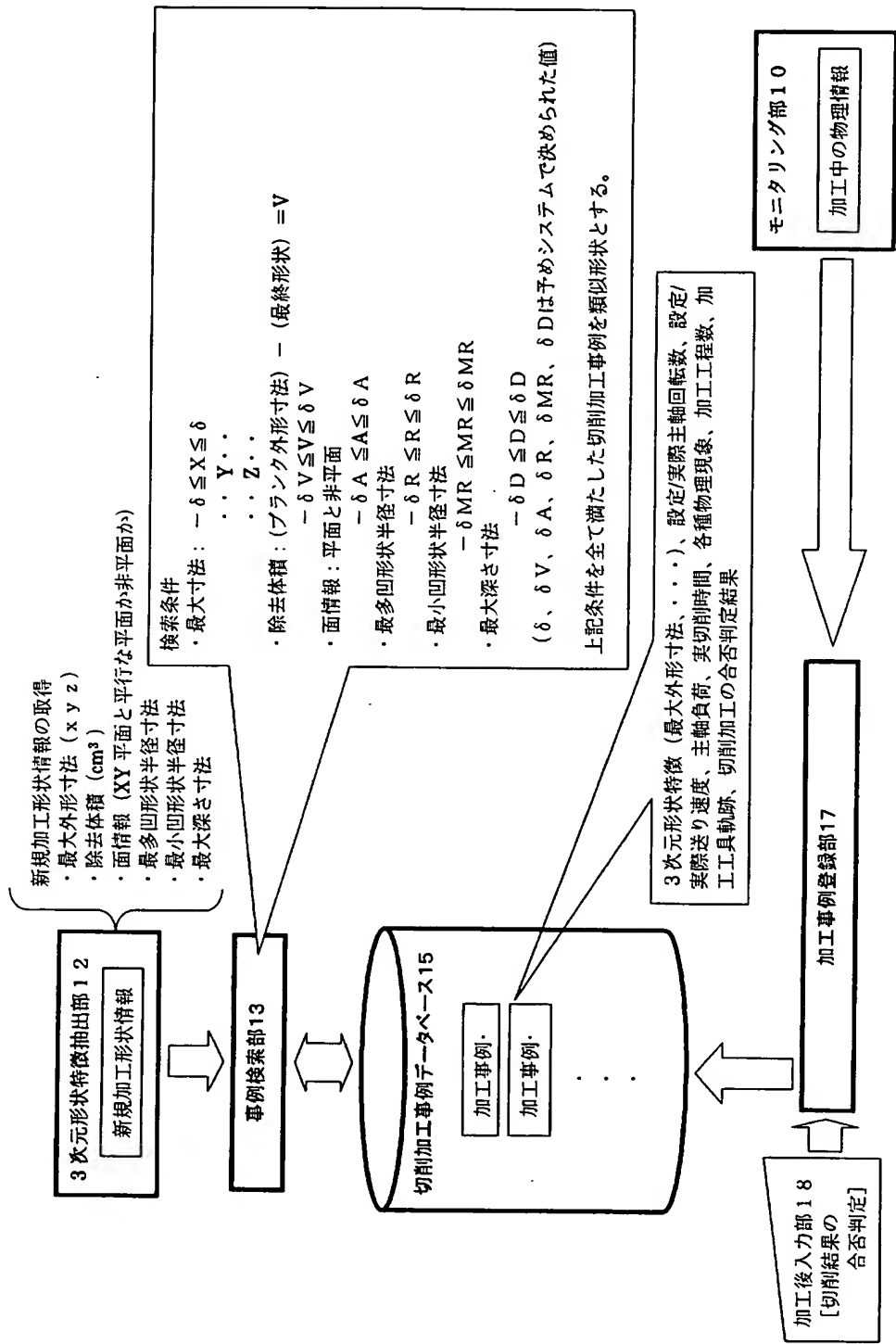


事例データベース概念図

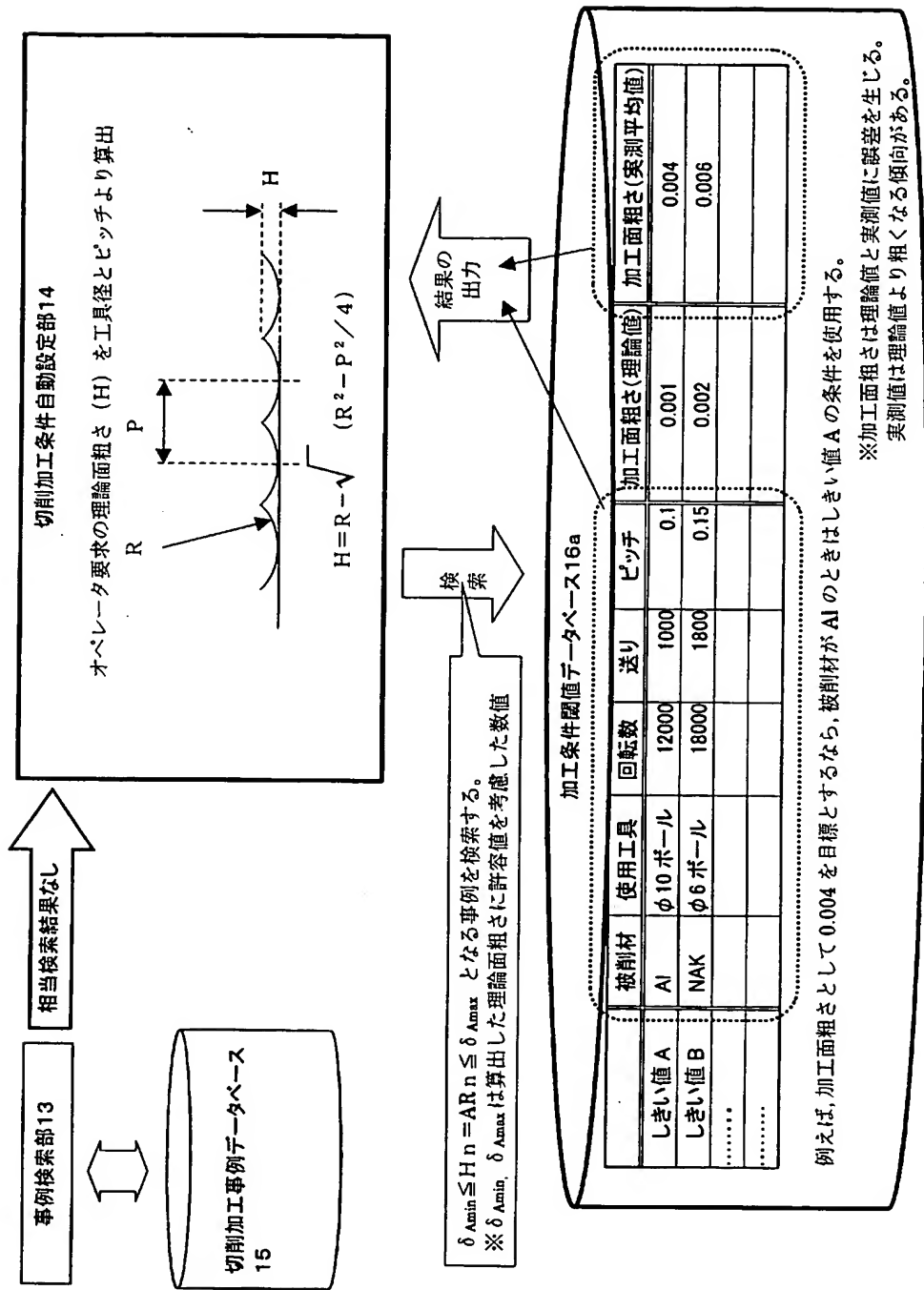
＜内部データ例＞

事例名	加工工程	最大外形寸法	面情報	.....	主軸回転数	切削送り	使用工具	.....	主軸負荷平均	実切削時間
携帯電話	荒加工	80×100×35	平面割合:65%	.....	15000	2000	ボールφ10	.....	35%	38min
ノートPC	仕上げ1	180×280×25	平面割合:80%	.....	18000	18000	ボールφ6	.....	18%	70min
....										
....										
....										
....										

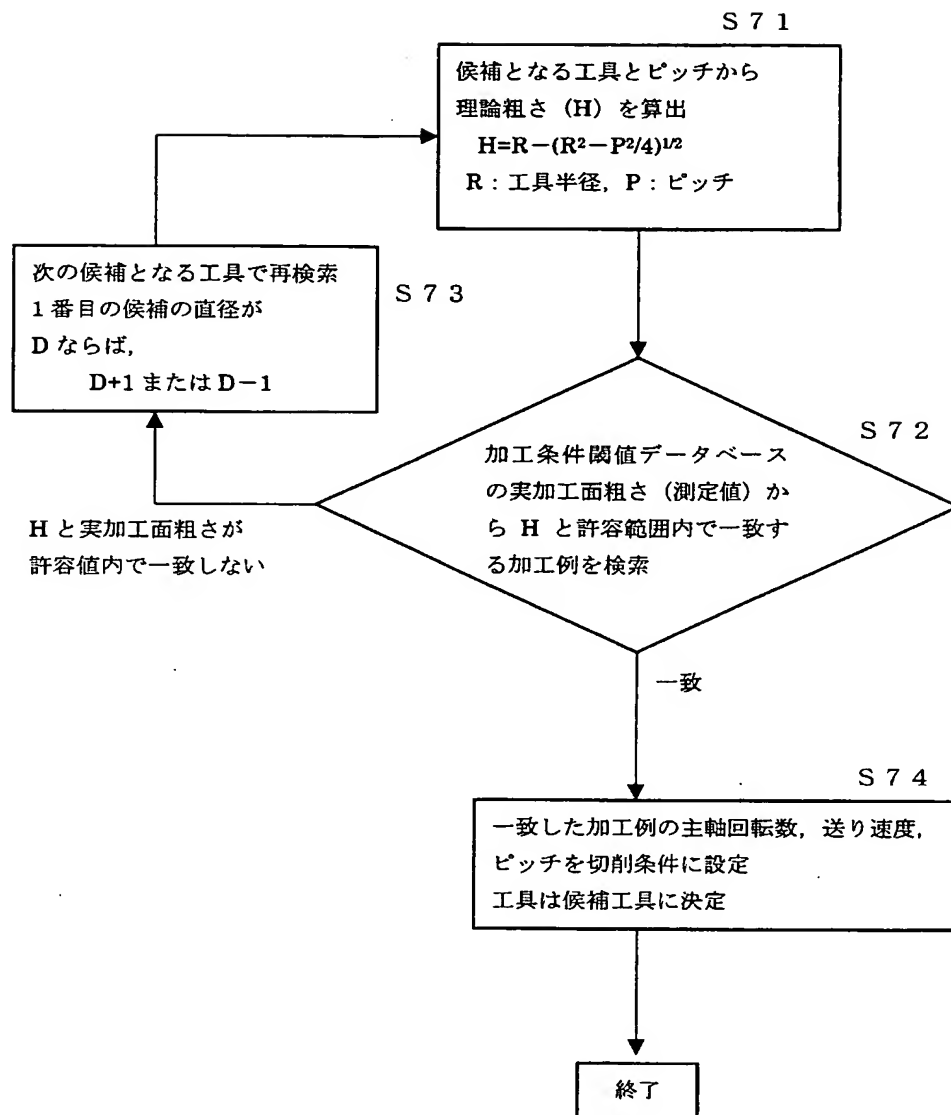
【図 21】



【図22】

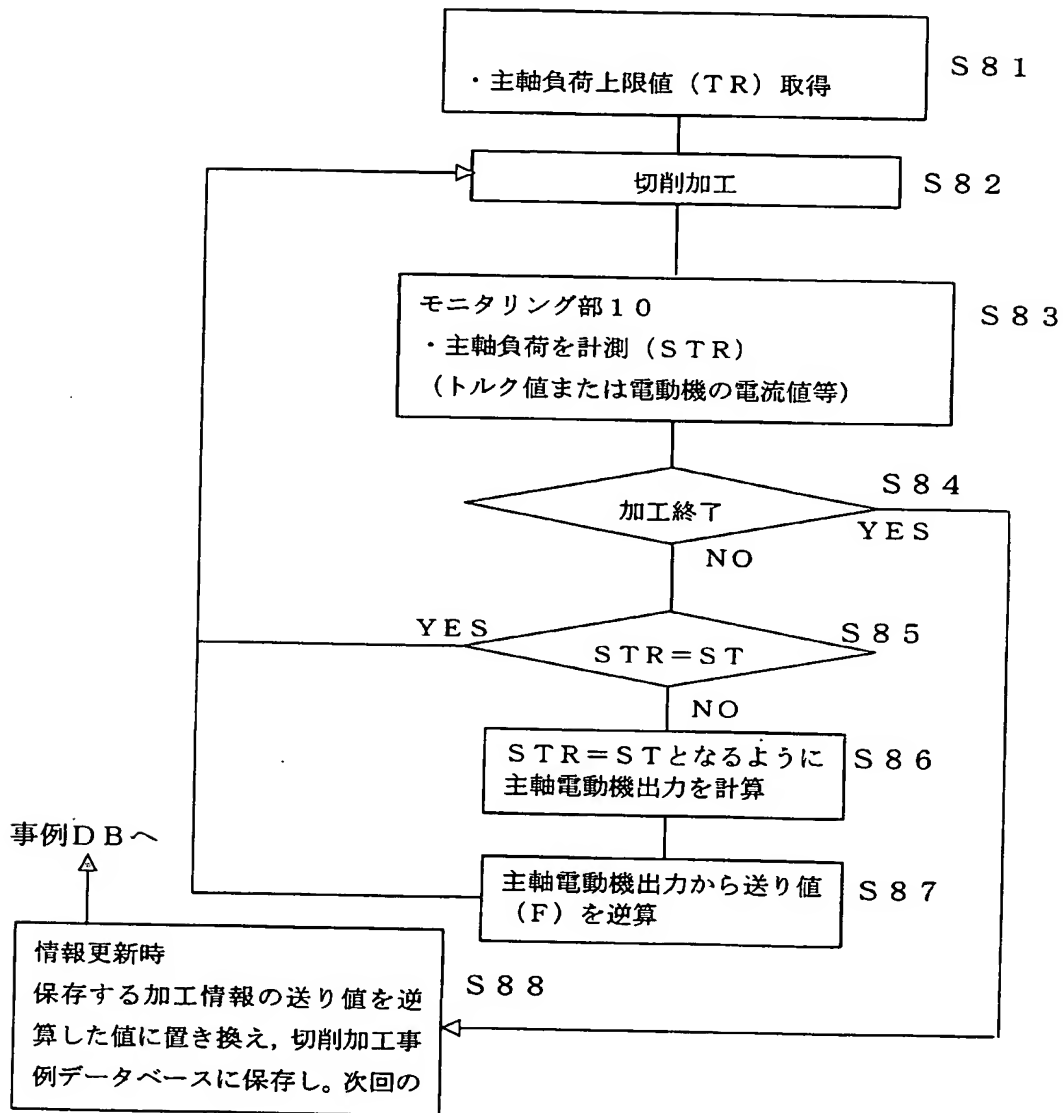


【図 23】



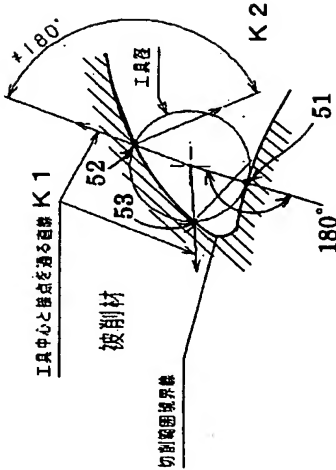
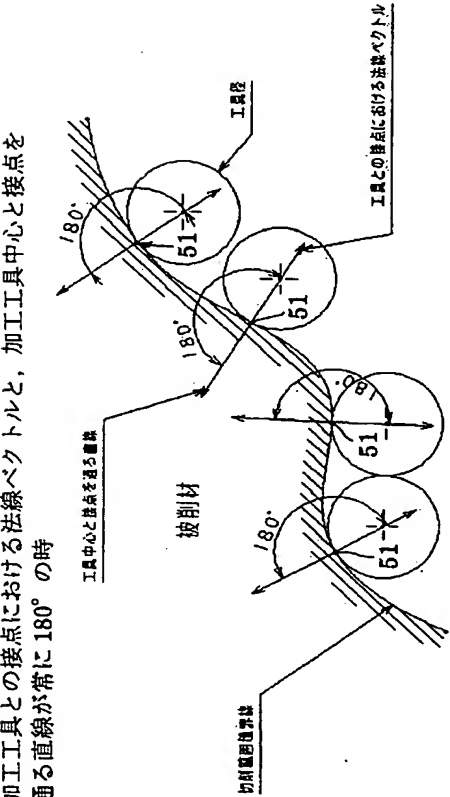
【図 24】

主軸負荷に基づく加工制御のフローチャート



【図 25】

加工工具との接点における法線ベクトルと、加工工具中心と接点を通る直線が 180° にならない時



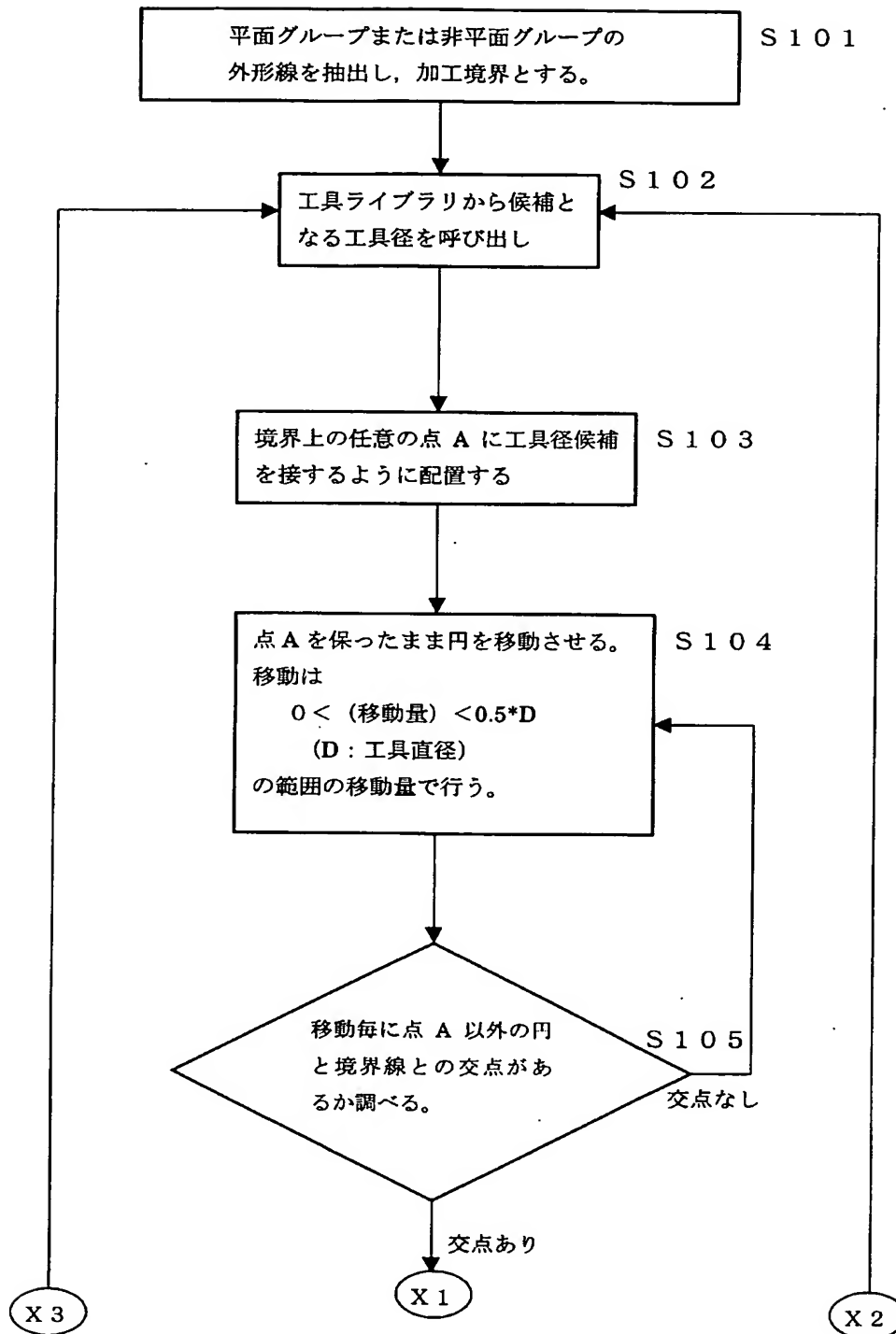
全ての接点において、上記条件を満たす場合は工具と切削境界に干渉はないと判断し、その工具径は使用可能とする。

全ての接点において、条件を満たさない場合は工具と切削境界が干渉していると判断し、その工具径は使用不可とする。

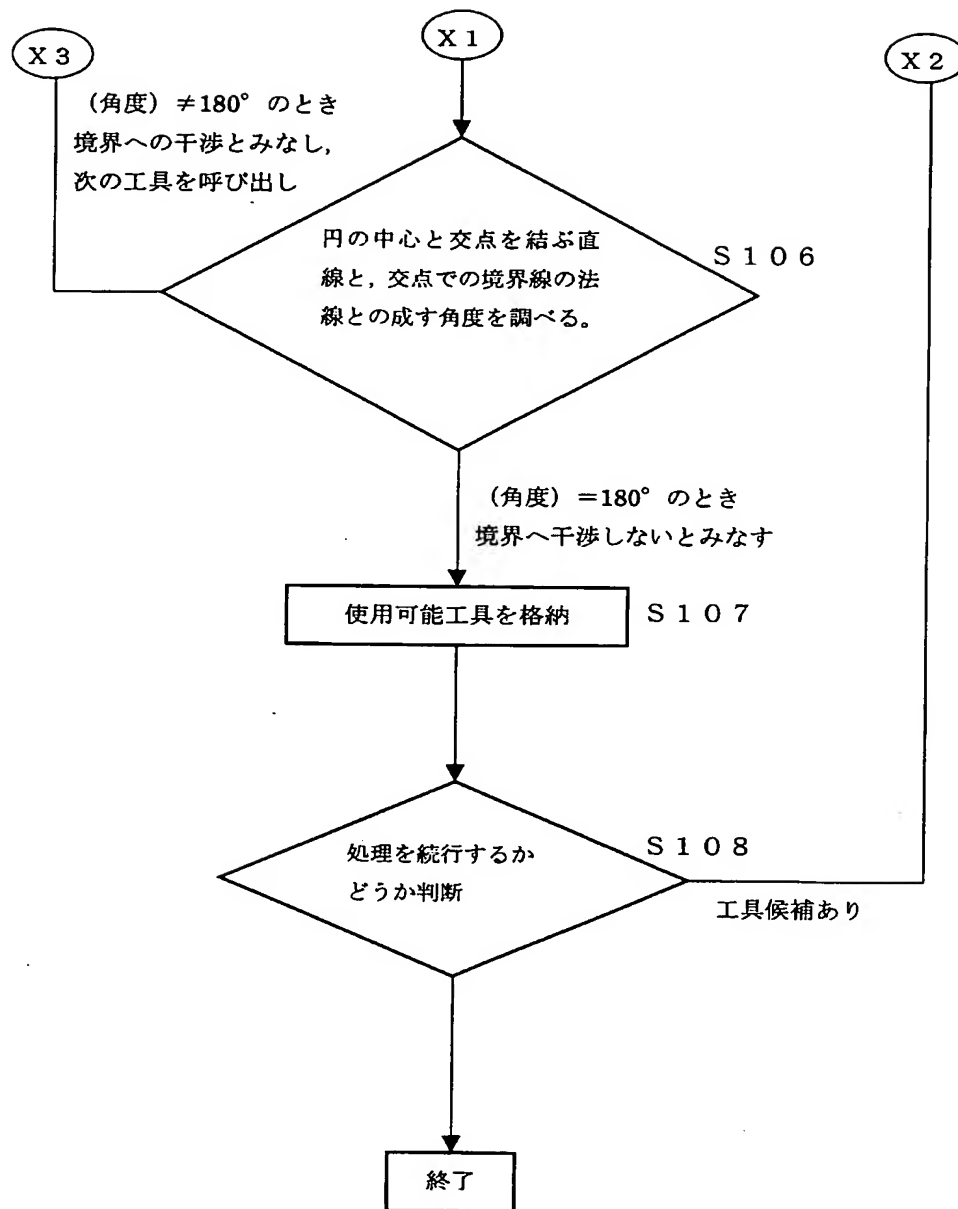


条件を満たすまで探索を繰り返し、干渉しない工具径を選択する。

【図 26】

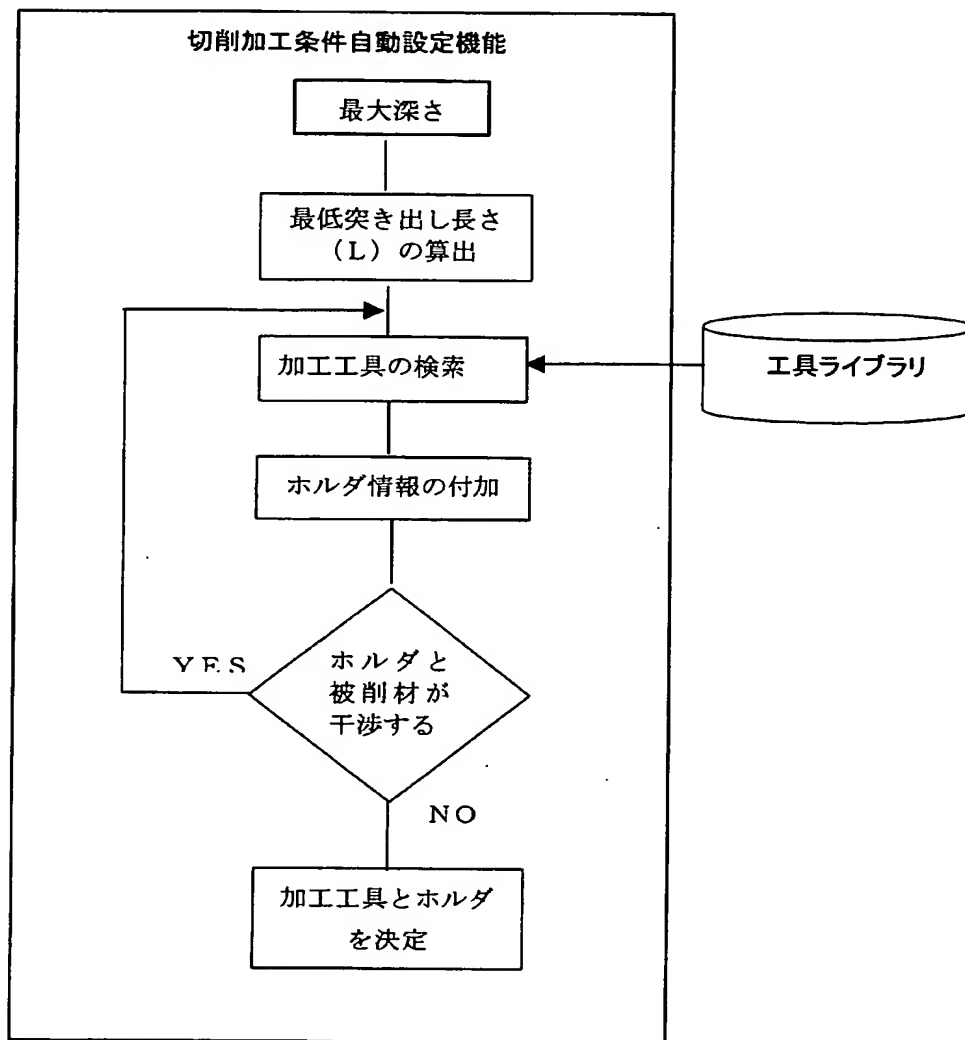


【図 27】



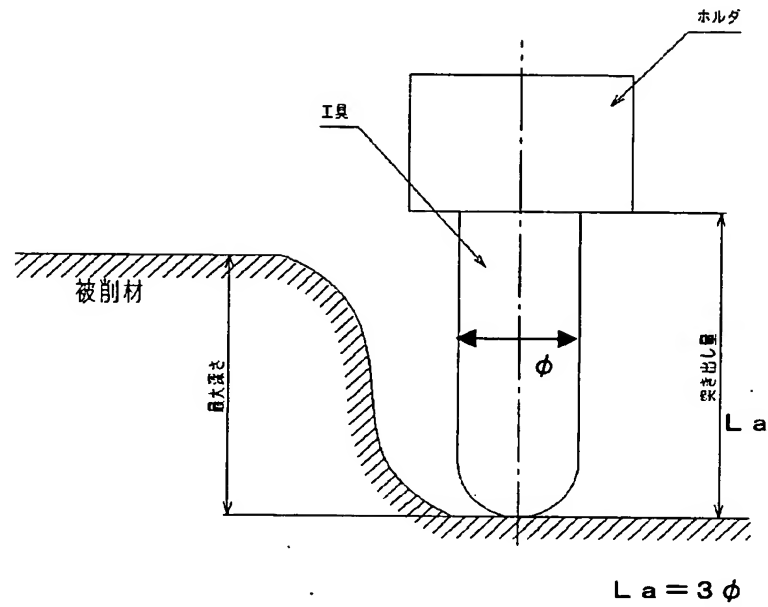
【図 28】

切削深さに基づいて工具突き出し量を求めるフローチャート



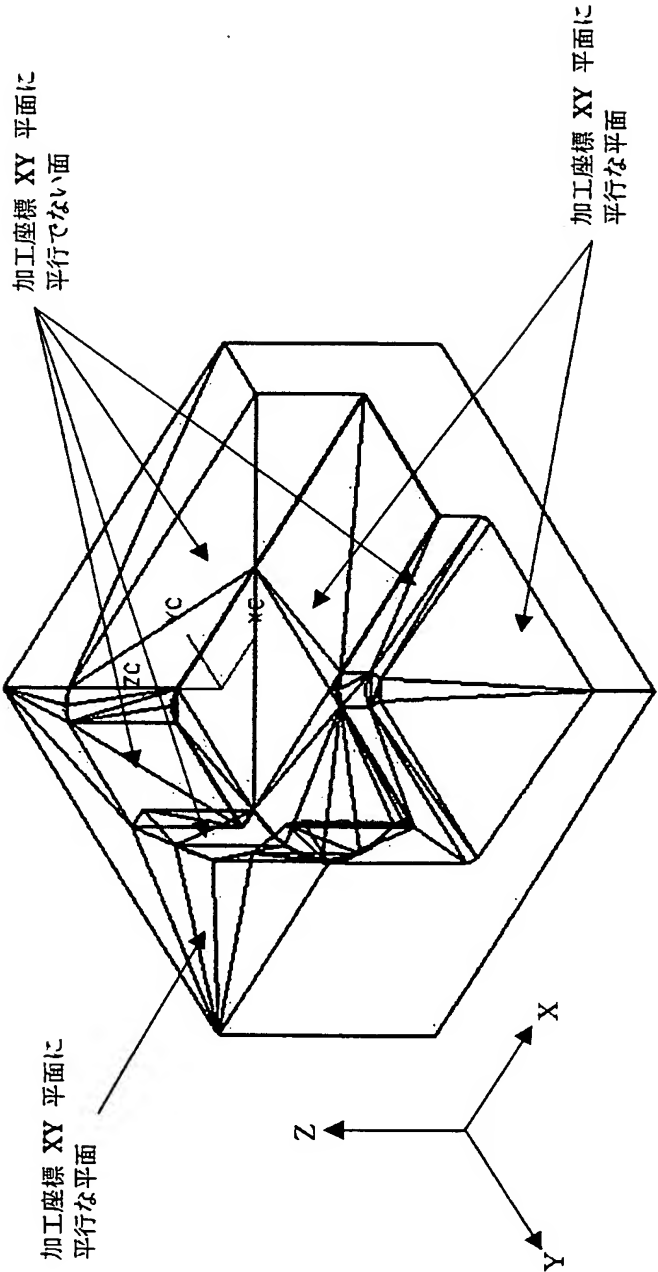
【図 29】

切削深さに基づいて工具突き出し量を求める場合の説明図



【図 30】

面情報に基づいて加工工具の種類を求める場合の説明図

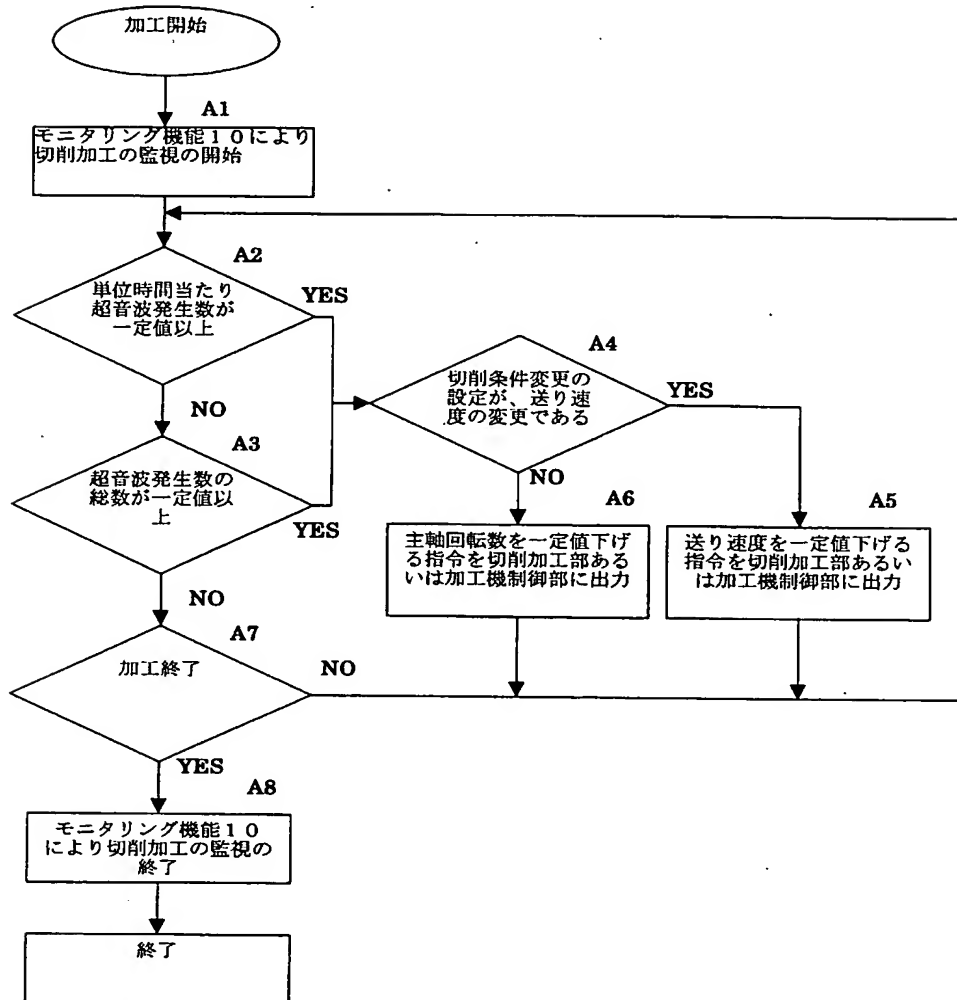


[対象とする面]: 加工座標+Z方向から見たときの面

- ・ 平面か非平面かの切り分けを行う。
- ・ 平面部にはフラットエンドミルまたはブルノーズを加工工具として割り当てる
- ・ 非平面部にはボールエンドミルを加工工具として割り当てる。

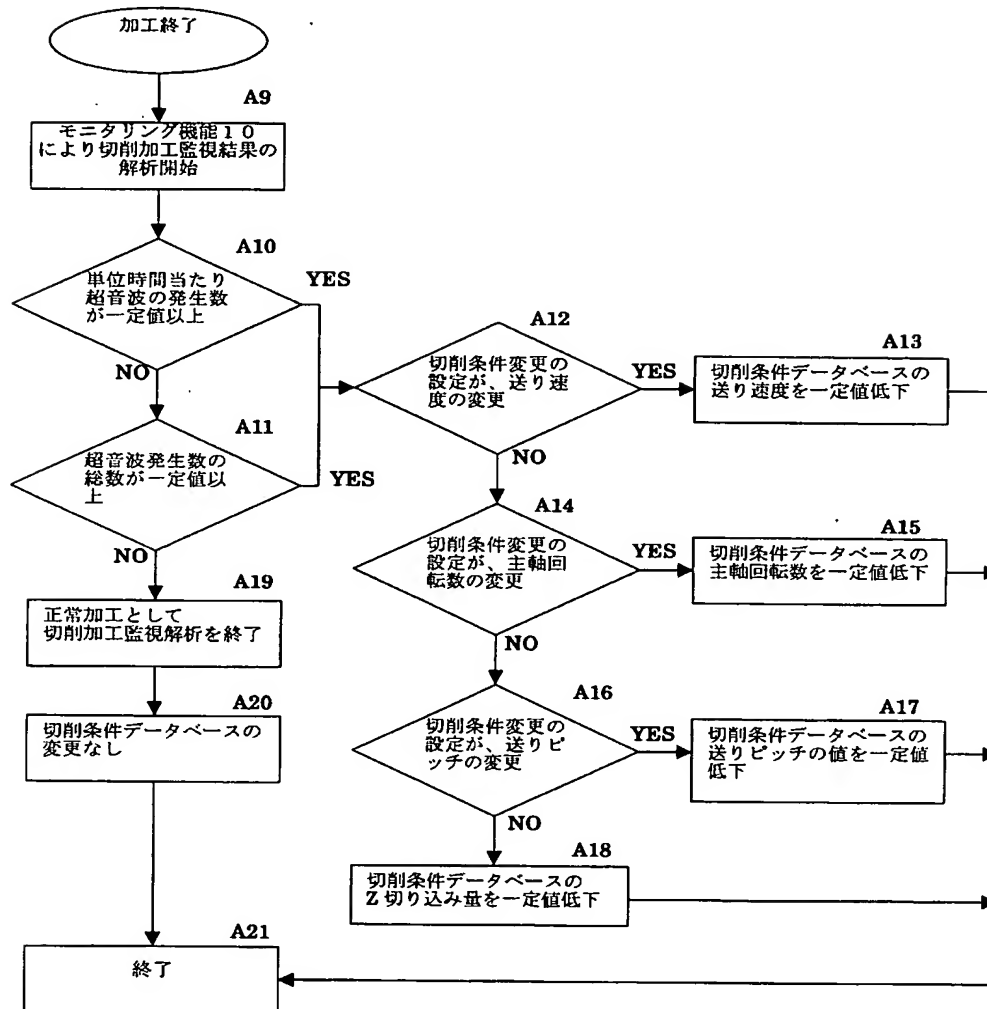
【図 31】

工具寿命又は破壊を検知する制御のフローチャート



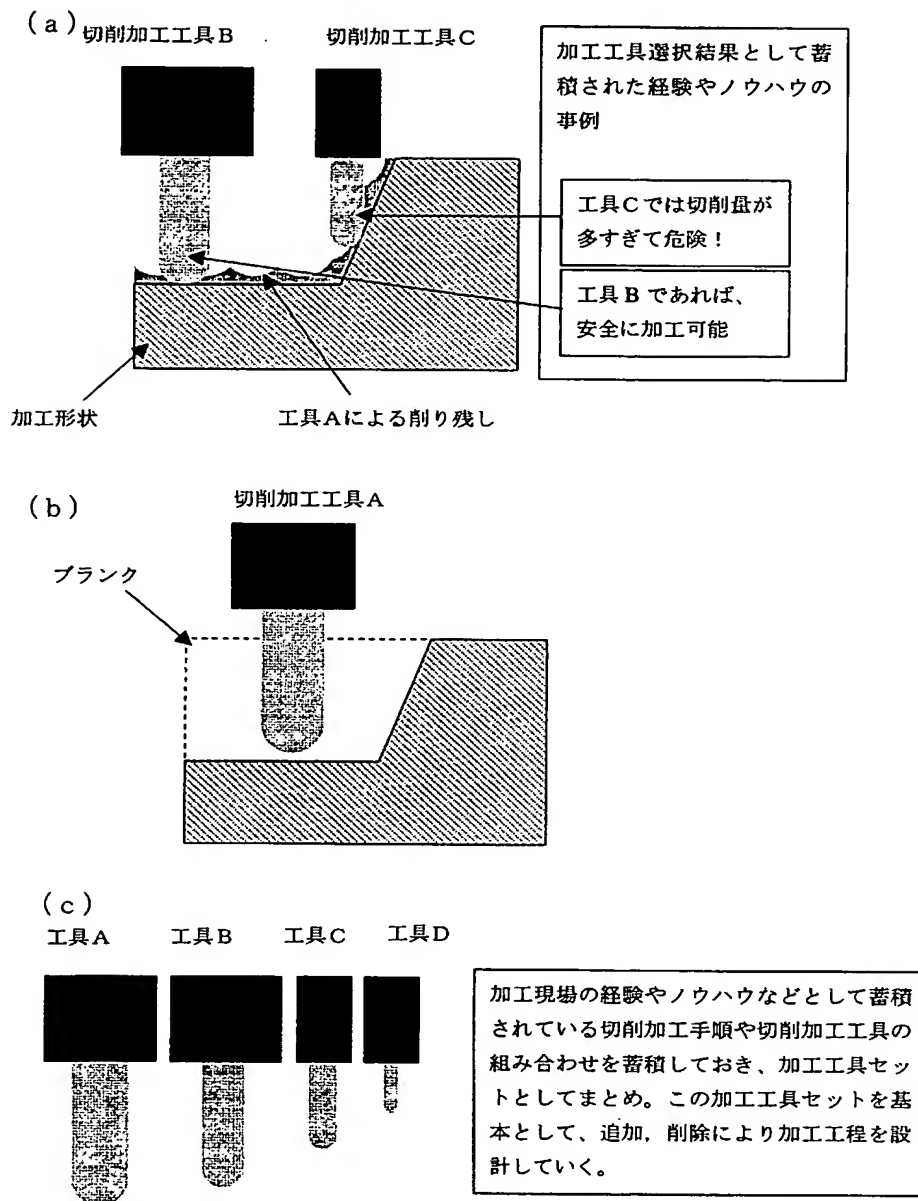
【図 32】

工具寿命又は破壊を検知する制御のフローチャート



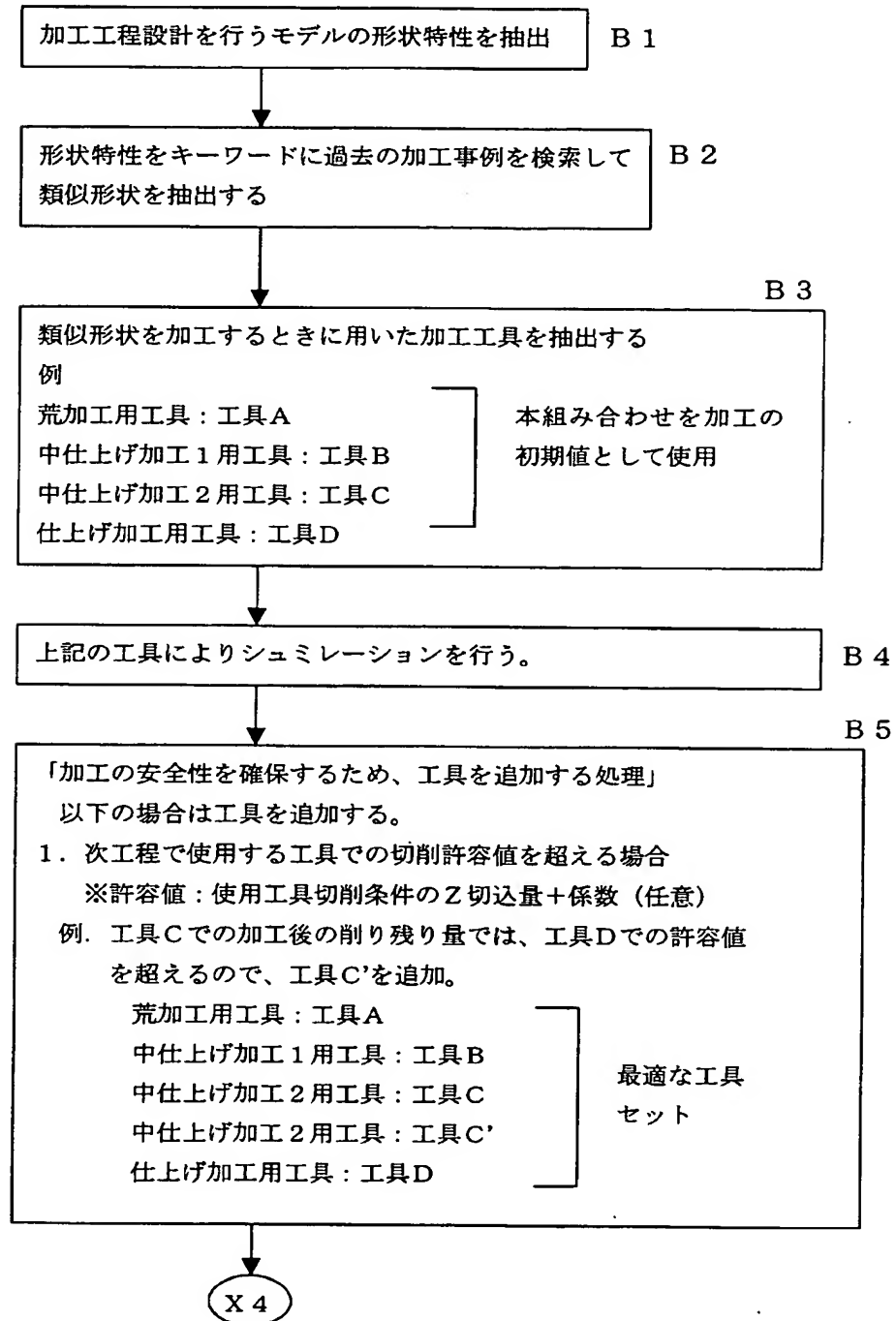
【図 33】

複数の工具をセットとして選択する場合の説明図

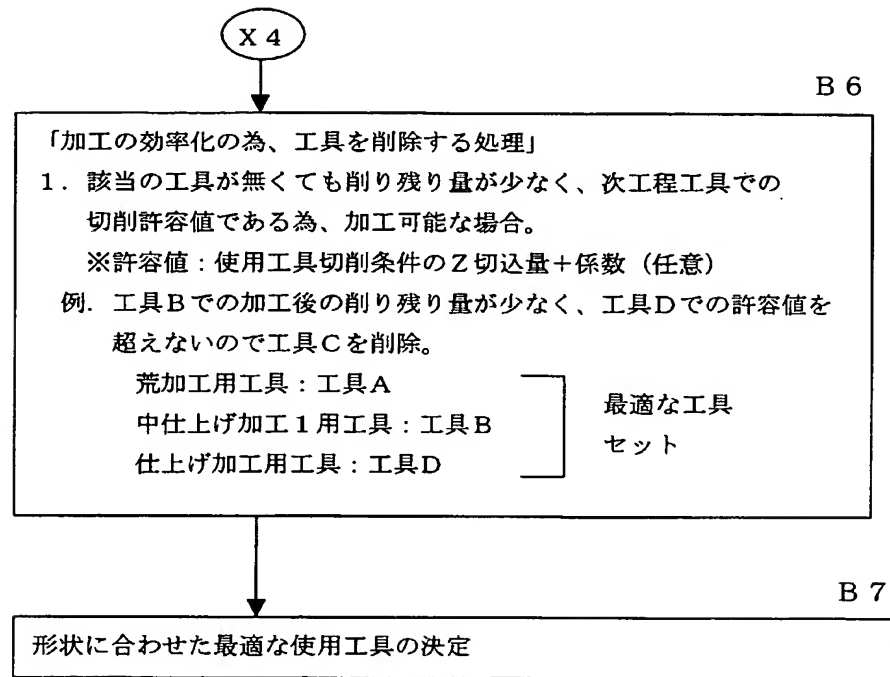


【図 3 4】

複数の工具をセットとして選択する制御のフローチャート



【図 35】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 加工を行う形状の特徴に応じて加工事例を検索し、この加工事例に基づいて加工条件を設定することにより、過去の加工結果を反映させた加工を可能とする加工制御装置、加工制御プログラム及び加工制御システムを提供する。

【解決手段】 目的物の設計データから 3 次元形状の特徴に関する形状情報を取得し、過去に行った加工の加工条件を加工事例として記憶する加工事例記憶部から前記形状情報に基づいて加工事例を索出し、前記事例検索部で検索した加工事例に基づいて加工条件を決定し、前記加工条件に基づいて加工機の制御を行う。

【選択図】 図 1

特願 2003-024866

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000005223]

1. 変更年月日

1996年 3月26日

[変更理由]

住所変更

住 所

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号

氏 名

富士通株式会社